



Medellín, Colombia
September 26 - 28, 2018

Concept Mapping: Renewing Learning and Thinking

Proceedings of the 8th International Conference on Concept Mapping

Editors: Alberto J. Cañas, Priit Reiska, Claudia Zea, Joseph D. Novak

Concept Mapping: Renewing Learning and Thinking

Proceedings of the 8th International Conference
on Concept Mapping

Alberto J. Cañas
Priit Reiska
Claudia Zea
Joseph D. Novak

Editors

CMC 2018, Medellín, Colombia, September 26-28, 2018

Concept Mapping: Renewing Learning and Thinking
Proceedings of the Eighth International Conference on Concept Mapping

Edited by:
Alberto J. Cañas
Priit Reiska
Claudia Zea
Joseph D. Novak

Cover Design:
Universidad EAFIT

Copyright: Alberto J. Cañas, Priit Reiska, Claudia Zea, Joseph D. Novak (editors), 2018
Copyright: Institute for Human and Machine Cognition, Tallinn University, 2018

Universidad EAFIT
Carrera 49 N° 7 Sur-50
(574) 261 9500
01 8000 515 900
Medellín, Colombia

Artes & Letras
Calle 76 N° 45 A 38
(574) 372 7716
Itagüi, Colombia

ISBN: 978-958-8719-85-6
e-ISBN: 978-958-8719-86-3

Preface

Welcome to CMC2018, the Eighth International Conference on Concept Mapping, and to Medellín, Colombia.

The theme for this edition is Renewing Learning and Thinking, and no better place to hold it than Medellín, a city that had to renew itself, and did so with great success.

We have a small conference at CMC2018, with many members of our Cmappers community sending their regrets because of not having to join us. Virtual participation has allowed some of them to publish their research in our Proceedings and send their paper or presentation which we make available to participants.

We again thank the members of the Committee for their effort and hard work. And of course, the conference could not have taken place if it were not for all the authors that are willing to share their work with the concept mapping community.

CMC2018 had the privilege of an outstanding group of invited speakers: Marco Moreira, Pedro Vicente Esteban Duarte, Priit Reiska, Norma Miller and Alejandro Urbina delighted the participants with their knowledge and humor.

The Local Organization Committee performed a wonderful job making us all feel at home in Medellín.

Finally, we thank the sponsors whose support was crucial in making the Conference a reality.

Alberto J. Cañas and Claudia Zea
Co-Chairs, CMC 2018

Organizing Committees

Organizing & Program Committee Chairs

Alberto J. Cañas, Institute for Human & Machine Cognition, USA

Claudia Zea, Universidad EAFIT

Program Committee Honorary Chair

Joseph D. Novak, Cornell University and Institute for Human & Machine Cognition, USA

Program Committee

Olga Agudelo, Universidad EAFIT & Universidad de Santander, Colombia

Joana Aguiar, Universidade de São Paulo, Brasil

Manuel F. Aguilar Tamayo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México

Mauri Åhlberg, University of Helsinki, Finland

Alla Anohina-Naumeca, Riga Technical University, Latvia

Carlos Araya-Rivera, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Eleonora Badilla, Universidad Castro Carazo, Costa Rica

Liberato Cardellini, Università Politécnica delle Marche, Italy

Mary Jo Carnot, Chadron State College, USA

Rodrigo Carvajal, Moffitt Cancer Center & Research Institute, USA

Carmen M. Collado, Independent Consultant, USA

Simone Conceição, University of Wisconsin-Milwaukee, USA

Paulo Correia, Universidade de São Paulo, Brazil

Barbara J. Daley, University of Wisconsin – Milwaukee, USA

Antònia Darder, Universitat Illes Balears, Spain

Barbara de Benito Crosetti, Universitat Illes Balears, Spain

Natalia Derbentseva, Defence Research and Development Canada, Canada

Italo Dutra, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil

Louis Fourie, Cape Peninsula University of Technology, South Africa

Agoritsa Gogoulou, University of Athens, Grecia

Gloria Gómez, University of Southern Denmark, Denmark

Maria Grigoriadou, University of Athens, Greece

Janis Grundspenkis, Riga Technical University, Latvia

Jin-Xing (Gordon) HAO, Beihang University, China

Imbi Henno, Tallinn University, Estonia
Sumitra Himangshu Pennybacker, Middle Georgia State University, USA
Ian Kinchin, University of Surrey, UK
Ismo T. Koponen, University of Helsinki, Finland
Ely Kozminsky, Ben-Gurion University, Israel
Mart Laanpere, Tallinn University, Estonia
Evelyse dos Santos Lemos, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Brazil
Guadalupe Martínez Borrequero, Universidad de Extremadura, Spain
Norma Miller, Universidad Tecnológica de Panamá, Panama
Heather Monroe-Ossi, University of North Florida, USA
Brian Moon, Perigean Technologies LLC, USA
Marcos A. Moreira, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil
Leda Muñoz, Fundación Omar Dengo, Costa Rica
Maija Nousiainen, Helsinki University, Finland
Martha Lucía Orellana Hernández, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia
Kyparisia Papanikolaou, School of Pedagogical & Technological Education, Greece
Kai Pata, Tallinn University, Estonia
Ángel Luis Pérez, Universidad de Extremadura, Spain
Miia Rannikmäe, University of Tartu, Estonia
Ma. Luz Rodriguez, Centro de Educación a Distancia – Tenerife, Spain
Nancy Romance, Florida Atlantic University, USA
Jesús Salinas, Universitat de les Illes Balears, Spain
Jaime Sánchez, Universidad de Chile, Chile
Patrícia B. Schäfer, B&S Educação e Tecnologia, Brazil
Beat Schwendimann, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland
Maija Strautmane, Riga Technical University, Latvia
María Isabel Suero, Universidad de Extremadura, Spain
Kairit Tammets, Tallinn University, Estonia
Alfredo Tifi, Istituto Tecnico Industriale Statale “Eustachio Divini”, Italy
Giuseppe Valitutti, Università di Urbino, Italy
Terje Väljataga, Tallinn University, Estonia
Jacqueline Vanhear, Ministry for Education and Employment, Malta
Stephanie Wehry, University of North Florida, USA
Jinshan Wu, Beijing Normal University, China
Guoqing Zhao, Beijing Normal University, China

Contents

Oral Presentations (Full Papers)

A Case for the Superiority of Concept Mapping-Based Assessments for Assessing Mental Models <i>Brian Moon, Charles Johnston & Skyler Moon, Perigean Technologies LLC, USA</i>	1
A New Validation Method for Defining Concept Map Categories <i>Nina Fatma Ali, Juliana Kaya Prpic & David C. Shallcross, University of Melbourne, Australia</i> ...	12
Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC): Evaluación del Modelo Pajitex como Recurso Didáctico para el Aprendizaje de Ácidos Nucleicos <i>Saulo Hermosillo Marina, Pablo González Yoval, Escuela Nacional Preparatoria, UNAM, México, Viviane Abreu de Andrade, CEFET7RJ Instituto Oswaldo Cruz FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil</i>	22
Aprendizaje de Competencias Ciudadanas don Mapas Conceptuales. Un Aporte del Desarrollo de Habilidades de Pensamiento Crítico a Través del Aprendizaje Basado en Problemas Según los Estilos de Aprendizaje <i>Ange Danielle Baumgartner, Universidad Minuto de Dios, Colombia</i>	31
Comparing Interview-Driven and Questionnaire-Driven Concept Mapping Processes: A Focus on the Research-Teaching Nexus in Higher Education <i>Joana G. Aguiar, Universidade de São Paulo, Brazil, Ian M. Kinchin, Marion Heron, University of Surrey, UK & Paulo R. M. Correia, Universidade de São Paulo, Brazil</i>	42
Concept Mapping in Geography: A Review of Full Papers in the Area <i>Leandro Fabrício Campelo, Federal Institute of Sao Paulo (IFSP) / USP, Brazil Stela C. Bertholo Piconez, University of Sao Paulo (USP), Brazil</i>	52
Concept Mapping to Promote Middle School Students' Coherent Understanding in Scientific Inquiry: A Quasi-Experimental Study Based on Scooters Unit <i>Xiaojing Wang, Xiaoling Wang & Guoqing Zhao, Beijing Normal University, Beijing, China</i>	61
Concept Maps with Errors as an Assessment Task in Elementary School <i>Ronise R. Corrêa, Thalita S. Nascimento, Raíssa S. Ballego & Paulo R. M. Correia, Universidade de São Paulo, Brazil</i>	70
Concept Maps as a Tool for Building Research Models of Master's Students in Chemistry <i>Efrén Muñoz Prieto, Liliana Andrea Lizarazo, Deisy Alejandra Fonseca & Vann Hallem Ardila, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia</i>	79
Construcción del Conocimiento por Colaboración, Mediado por Mapas Conceptuales <i>Felipe Tirado & Jesús Peralta, Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, México</i>	87
Determining Students' Interests in Learning Science Using Concept Map Techniques <i>Moonika Teppo, Miia Rannikmäe, University of Tartu, Estonia</i>	96
eCmap: An Embeddable Web-Based Concept Map Editor <i>Alberto J. Cañas, Roger Carff & James Lott, Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA</i>	101

El Mapa Conceptual como Medio de Equilibración Mayorante o Maximizador <i>Filiberto Romo Aguilar UNAM, México</i>	111
El Mapa Conceptual como una Herramienta para la Comprensión de las Concepciones Docentes <i>Isis Nut Villanueva Vargas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México</i>	118
Evaluación de Mapas Conceptuales a Partir de una Doble Rúbrica <i>Ernest Prats & Jesús Salinas, Universitat de les Illes Balears, España</i>	128
Exploring the Effectiveness of Computerized Concept-Mapping in Improving EFL Academic Writing <i>Hamad Aldosari, King Khalid University, Saudi Arabia</i>	137
Indicaciones Metodológicas para Usar los Mapas Conceptuales en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje <i>Ninoshka González, Universidad Central del Este, República Dominicana, Vivian Estrada & Juan P. Febles, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba</i>	144
Interdisciplinarity of Concept Maps <i>Priit Reiska, Aet Möllits, Tallinn University, Estonia</i>	152
Itinerarios Flexibles de Aprendizaje (IFA) Como Propuesta de Flexibilidad y Autonomía Escolar. Una Experiencia desde el “Plan Digital Itagüí” <i>Olga Lucía Agudelo, María Del Rosario Atuesta & Lina María Echeverry, Universidad EAFIT & Universidad de Santander UDES, Colombia</i>	162
Learning Objectives for Concept Mapping Based on The Complete Bloom’s Taxonomy to Promote Meaningful Learning <i>James Gorman, Nipmuc Regional High School, Upton, Massachusetts, USA</i>	171
Organisers, Concept Maps, and Text Summarisation in the CLIL Classroom <i>José Luis Gómez Ramos, Juan Lirio Castro, Isabel María Gómez Barreto, Universidad de Castilla-La Mancha, Spain</i>	182
Organizadores Gráficos para Afianzar Competencias Lectoras en Estudiantes Universitarios de Primer Semestre <i>María del Pilar Toro Rodríguez, Mauricio Esteban Buitrago Roperó, Universidad Libre, Colombia</i>	193
Percepciones de los Internos Sobre las Causas del Comportamiento Violento en Prisión y su Representación Mediante el Uso de Mapas Conceptuales <i>Meriem K. Gijón, José Gijón Puerta, Universidad de Granada, España</i>	201
Promotion of Gender Equality through CmapTools in a Science Education Class with Students of the Bachelor’s Degree in Primary Education (BDPE) <i>M. Pérez de Villarreal, Universidad Pública de Navarra, Spain, I. Rodríguez & J. Veloz, Instituto Politécnico Nacional de México, Mexico</i>	208
Sped-Ing Their Way: Using Concept Mapping to Analyze Reflections of Preservice Teachers in a Separate School <i>Sherie Owens, & Sumitra Himangshu-Pennybacker Middle Georgia State University, USA</i>	217
The Effect of Concept Mapping and Mind Mapping Utilization on Students’ Understanding Level: An Empirical Study <i>Shaimaa Salah Abbas, Helwan University, Egypt, Ahmed Sharaf Eldin, Helwan University and Sinai University, Egypt & Adel Elsayed, Learning Systems, Inc., U.K.</i>	224
Transitar hacia un Pensamiento de Orden Superior: Mapas Conceptuales en la Universidad Castro Carazo <i>Eleonora Badilla Saxe, Stefany Ocampo Hernández, Karen Acuña Picado, Milena Carvajal Rivera, Isabel Vargas González, Julián Cordero Arroyo, Liana Rojas Binda,</i>	

<i>María del Carmen Gamboa Umaña, Lineth Cerdas Sánchez & Mauricio Salazar Saénz</i> <i>Universidad Castro Carazo, Costa Rica</i>	234
Using Concept Mapping Technique to Promote the Creation and Implementation of Science Career Related Scenarios – The MulticCo Project Experience <i>Regina Soobard, Miia Rannikmäe & Jack Holbrook, University of Tartu, Estonia</i>	245
Using Two Concept Mapping Tools in Combination to Analyze and Organize Data in Large Publications <i>Anita Samuel, Uniformed Services University of Health Sciences, USA, Simone Conceição &</i> <i>Larry Martin, University of Wisconsin-Milwaukee, USA</i>	250
Uso de Mapas Conceptuales para Descubrir Ideas Poderosas y Guiar el Diseño de un Currículo de Pensamiento Computacional <i>Andrés Rodríguez, Natalia Zamora, Carol Angulo, Fundación Omar Dengo, Costa Rica &</i> <i>Alberto J. Cañas, Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA</i>	260
Uso de Mapas Conceptuales para la Resolución de Problemas de la Aplicación Económica de la Derivada e Integral en un Curso de Matemática II <i>Ana María Olachea, Universidad Nacional de Luján, Argentina</i>	270
Usos Innovadores de los Mapas Conceptuales en Entornos Virtuales: ¿Fantasía o Realidad? <i>Josué Antonio Ibarra Rodríguez & Manuel Francisco Aguilar Tamayo</i> <i>Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México</i>	280
What Are My Students Learning When They Concept Map? <i>Alberto J. Cañas, Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA, Priit Reiska,</i> <i>Tallinn University, Estonia</i>	290

Posters with Paper

A Proposed System for Conceptual Representation <i>Shaimaa Salah Abbas, Helwan University, Egypt, Ahmed Sharaf Eldin, Helwan University &</i> <i>Sinai University, Egypt & Adel Elsayed Learning Systems, Inc., U.K.</i>	301
Concept Map: Activities for Reading Comprehension and Second Language Learning in Biological and Medical Science Area <i>Renata Angélica França Mendes, UFMG, Brazil</i>	305
Concept Mapping, Reading and the Pursuit of Autonomy: A Challenge for the Lower Social Class Students <i>A. S. Freire & A.B.M.S. Freire, Brazilian Center of Physics Research,</i> <i>Humanities and Physics Group, Brazil</i>	309
Concept Maps as Methodological Instruments for Hospital Pedagogy in The Long-Term Mental Health Units for Youngsters <i>Belén Sánchez Navalón, José Luis Gómez Ramos, Rosa Serna Rodríguez,</i> <i>Isabel María Gómez Barreto, University of Castilla-La Mancha, Spain</i>	314
Concept Maps to Promote Learning in Zoology <i>Elineí Araújo-de-Almeida & Roberto Lima Santos,</i> <i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil</i>	319
Concept Maps with Errors for Assessment: The Use of an Online Platform for the Distribution of the Task and Instant and Personalized Feedback <i>Marília Soares, Adriano Nardi Conceição & Paulo R. M. Correia</i> <i>Universidade de São Paulo, Brazil</i>	324

Diseño de un Servicio Hospitalario: Mapas Conceptuales como Herramienta de Gestión <i>Marisol Nigro, Valeria Quintero, Hospital de Clínicas Montevideo, Uruguay</i>	329
Do Cmaps Affect How We Perceive Probabilistic Information? <i>Natalia Derbentseva, Defence Research and Development Canada, Canada, Frank Safayeni, University of Waterloo, Canada, Peter Kwantes & Shadi Ghajar, Defence Research and Development Canada, Canada</i>	333
Effects of Using a Concept Mapping Strategy in Database Design on Novice Students' Learning Performance <i>Lynda Farza, Military Academy, Tunisia</i>	338
Elicitación de los Modelos Mentales Construidos por los Estudiantes Mediante Mapas Conceptuales y su Valoración por Comparación con Mapas Expertos <i>Jesús M. Salinas I & Johanna B. Ayala Moreno, Universidad de las Islas Baleares, España</i>	343
El Uso de los Mapas Andamios como Estrategia para Mejorar la Comprensión de la Ciencias Sociales en Estudiantes de 6 °, San Miguelito, Panamá <i>Ernesto Sánchez Schultz, & María Inés Rentería, Escuela República de Italia, Panamá</i>	348
Formación Docente Apoyada en Mapas Conceptuales. La Experiencia de la UDES en el Nivel de Postgrado <i>Rafael Lizcano & Olga Lucía Agudelo, Universidad de Santander, Colombia</i>	353
Los Mapas Conceptuales, Una Herramienta para Formar Docentes <i>Diego Alexander Rivera Gómez, Universidad del Cauca, Colombia</i>	357
Mapas Conceptuales: Una Estrategia Para Evidenciar Aprendizaje Significativo <i>Isneila Martínez Gómez, Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Colombia</i>	361
Mateconceptuales: Mapas Conceptuales en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas <i>Katherine Johana Montejo Garzón, Escuela Normal Superior María Montessori, Bogotá, Colombia</i>	366

Innovative Experiences

Cómo Enseñamos a Utilizar Mapas Conceptuales y CmapTools de Manera que Después Nuestros Alumnos los Usan de Forma Habitual <i>A. L. Pérez Rodríguez, M. I. Suero López, P. J. Pardo Fernández, Grupo Orión de Investigación, Universidad de Extremadura, España</i>	371
Concept Maps in Cancer Research: from Describing Complex Data Models to Patient Education <i>Rodrigo Carvajal, Amber M. Skinner, Paige W. Lake, Monica L. Kasting, Susan T. Vadaparampil, Damon R. Reed, Moffitt Cancer Center & Research Institute, USA</i>	374
Desarrollo de Competencias Digitales en Docentes Basado en el Modelo Espiral TICTACTEP y el Uso de Mapas Conceptuales <i>Alba Ruth Pinto Santos, Jarold Díaz Carreño & Yorly Andrea Santos Pinto, Universidad de La Guajira, Colombia</i>	376
Fortalecimiento de la Autonomía Académica a Través de Itinerarios Flexibles <i>Diego Fernando Collazos Reyes, Institución Educativa Luis Carlos Galán, Municipio de Itagü., Colombia</i>	379

Mapas Conceptuales como Herramienta para el Desarrollo Cognitivo en Grado Preescolar <i>Gloria Cecilia Rios Muñoz, Hanine María Vásquez Acevedo, Institución Educativa Gabriel García Márquez, Colombia</i>	381
The Multiple Uses of Concept Maps for Planning and Developing a MOOC on Concept Mapping <i>Paulo R. M. Correia, Joana G. Aguiar & José F. S. Neto, University of São Paulo, Brazil</i>	383
Utilización de Mapas Conceptuales y CmapTools para Enseñar Tecnología de la Información y la Documentación Científica <i>A. L. Pérez Rodríguez, M. I. Suero López, P. J. Pardo Fernández, Grupo Orión de Investigación, Universidad de Extremadura, España</i>	385
Utilización de Mapas Conceptuales y la Uve de Gowin en una Clase de Física para Ingenieros <i>J. Gil & L. M. Tobaja, Grupo Orión de Investigación, Universidad de Extremadura, España</i>	387

Posters (only Abstract)

Aprendizaje por Irradiación Semántica - Conocimientos Básicos de Biología <i>Felipe Tirado, Universidad Nacional Autónoma de México – FES Iztacala, México</i>	389
Articulación de Itinerarios Flexibles de Aprendizaje en el Sistema Educativo Relacional de Itagui (SER+i) <i>María Cristina Uribe Garcés, Institución Educativa María Josefa Escobar, Colombia</i>	390
Assessing Knowledge Construction in Medical Residents through Serial Concept Mapping <i>Anita Samuel & Dario Torre, Uniformed Services University of Health Sciences, USA</i>	391
Biofilm Diagnostic and Treatment: Relating Concept Mapping to Clinical Algorithm to Improve Expertise <i>António Pedro Fonseca, ESAG & University of Porto, Portugal</i>	392
Desarrollo de Proyectos de Posgrado: Mapas Conceptuales como Herramienta para el Diseño Investigativo <i>Silvia Santana & Valeria Quintero, Montevideo, Uruguay</i>	393
Improving Judicial Decisions by Means of Concept Mapping: Is it Possible to Achieve Simplicity through Complexity? <i>António Pedro Fonseca, ESAG & University of Porto, Portugal</i>	394
Los Itinerarios Flexibles en la Aprehensión y Trasversalización del Conocimiento <i>Diego Fernando Collazos Reyes & Fredy Antonio Rivera Rivera, Institución Educativa Luis Carlos Galán, Colombia</i>	395
Orchestrating University Teachers' TPACK, Through Concept Mapping <i>Barbara de Benito, Jesús Salinas, Alexandra Lizana, University of Balearic Islands, Spain, & Milagros Guiza, UNPA, Argentina</i>	3956
Representing Conceptualized Dynamic Network Knowledge for Cyber-Situational Awareness <i>Leslie F. Sikos, University of South Australia, Australia, Dean Philp, Defence Science and Technology Group, Australia, Markus Stumptner & Wolfgang Mayer, University of South Australia, Australia, Catherine Howard & Shaun Voigt, Defence Science and Technology Group, Australia</i>	397
Teaching Peer Review Process to Middle School Students by Using Online Concept Mapping Activities <i>António Pedro Fonseca, ESAG & University of Porto, Portugal</i>	398
The Effectiveness of Pre-Set Concept Map on the Storytelling Quality of Persian-Speaking Children <i>Elahe Taheri ghalen, Allameh Tabataba'i University, Iran</i>	399

A CASE FOR THE SUPERIORITY OF CONCEPT MAPPING-BASED ASSESSMENTS FOR ASSESSING MENTAL MODELS

Brian Moon, Charles Johnston & Skyler Moon
Perigean Technologies LLC, USA
Email: {brian, chip, skyler}@perigeantechnologies.com

Abstract. Mental models have long been considered an important enabler of cognitive performance and a key to understanding educational progress. Yet assessing mental models using straightforward, valid, reliable, and efficient methods remains an elusive challenge. Research suggests that concept mapping holds the promise of the direct analysis of mental models. We stress mapping to emphasize a goal of assessing a dynamic thing (mental models) through the use of a process (concept mapping). Our supposition is that concept mapping-based methods can be used to assess mental models. However, the practicality and feasibility of conducting concept mapping-based assessment (CMA) has to date stifled widespread application of the approaches. To meet this challenge, we have developed a system, Sero!, that implements a robust CMA process in a cloud-based platform. This paper presents an overview and advantages of mental model assessment, a rationale in support of the use of CMA, our development of Sero!, and makes a case for the use of Sero!'s specific instantiation of a CMA as a scalable approach that can support many applications in the assessment of mental models. A demonstration of the implementation in a large training event is presented to bolster the case.

Keywords: concept mapping, mental models, assessment

1 Introduction

Mental models have long been considered an important enabler of cognitive performance and a key to understanding educational progress (Johnson et al., 2006; Seel, 1997). Yet assessing mental models using straightforward, valid, reliable, and efficient methods remains an elusive challenge (Schute & Zapata-Rivera, 2008; Smith, 2009).

Research suggests that concept *mapping* holds the promise of the direct analysis of mental models. We stress *mapping* to emphasize a goal of assessing a dynamic thing (mental models) through the use of a process (concept mapping). Our supposition is that concept mapping-based methods can be used to assess mental models. However, the practicality and feasibility of conducting concept mapping-based assessment (CMA) has to date stifled widespread application of the approaches.

To meet this challenge, we have developed a system, Sero!, that implements a robust CMA process in a cloud-based platform. This paper presents an overview and advantages of mental model assessment, a rationale in support of the use of CMA, our development of Sero!, and makes a case for the use of Sero!'s specific instantiation of a CMA as a scalable approach that can support many applications in the assessment of mental models. A demonstration of the implementation in a large training event is presented to bolster the case.

2 Mental Model Assessment: Overview and Advantages

The notion of mental models was described in earliest form by Charles Sanders Peirce (1896) as a set of premises formed into a diagram serving to enable “mental experiments” that conclude in their necessary or probable truth. Scottish psychologist Kenneth Craik (1943) is widely cited as reifying the notion with his concept of “small-scale models” of reality that humans use to anticipate, reason and explain. Slight variations on the theme have yielded notions of “structural knowledge” (Jonassen et al., 1993), “frames” (Klein, Moon & Hoffman, 2006), and “mental pictures” (Alexander, 1963). Generally speaking, the functions of most of these concepts have been to serve similar purposes – to describe, explain and predict the way the world works (Rouse and Morris, 1986).

Since their introduction as a construct, mental models have been considered an important enabler of cognitive performance. “[M]ental model assessment is diagnostic of knowledge acquisition for a complex task and mental model accuracy is related to accuracy in metacognitive processes” (Scielzo et al., 2003). Numerous researchers have also noted the potential value of studying the degree to which teams have and use shared mental models (e.g., Mohammed & Hamilton, 2010). Importantly, Schute (2008) notes that “figuring out how to help people develop and hone good mental models are important goals with potentially large educational and economic benefits” (p. 2).

The intuitive reality of mental models and various attempts to operationalize them (e.g., Jonassen, 1995), however, has belied the challenge of assessing them and more importantly when and how they change (Johnson-Laird, 2013). Straightforward, valid, reliable, and efficient methods for assessing mental models remain elusive.

3 The Potential Value of CMA for Mental Model Assessment

Numerous techniques for assessing mental models have been studied. These include think-aloud protocols, narrative text and causal diagrams (Smith, 2009, pp. 30-38). Schreiber et al (2006), Rowe et al (2007), and Tossell et al (2009) have all explored mental model assessment through the use of networks of knowledge structures using pairwise comparison of concepts that can be represented via Pathfinder network analysis. Widely used assessment techniques have also been implicated for assessing mental models. Seel (1995) attempted to reveal the extent of mental model change through the use of “pretest–posttest comparison on the basis of multiple-choice tasks”. Lindel and Olson (2002) developed a “Lunar Phases Concept Inventory (LPCI) ... to aid instructors in assessing students’ *mental models* of lunar phases,” comprising of a set of multiple-choice items.

While these techniques offer many advantages for assessment, they often fall short of the necessary requirements for the assessment of mental models and/or are not feasible for practical implementation. Bennett (2017) reports that analyzing “shared mental models using...Pathfinder...take(s a) long time for the data collection with a large set of concepts.” Moreover, while the validity of the approach has been demonstrated, the pairwise comparison method fails to incorporate a critical element in shared mental models – namely, the *specific* nature of the relations *between* concepts – and evaluates individual judgments, rather than *holistic* and *interdependent* relationships *among* concepts. The same criticism can be put to multiple choice items that are presented as a linear series of discrete questions that typically fail to assess the nature of the relationships *between* the concepts introduced in separate questions. Situational judgment tests offer indirect assessment of mental model.

Concept mapping holds the promise of advancing assessment of mental models, with their capacity to blend recall, recognition and reasoning techniques in the context of a nonlinear assessment. Concept maps are organized sets of propositions, or statements about the universe, comprising two concepts connected by a link that posits the nature of their relationship. An example concept map describing Applied Concept Mapping (Moon et al., 2011) is shown in Figure 1. The example shows the semi-hierarchical shape common to concept maps, which reinforces and reflects the mostly hierarchical shape of knowledge.

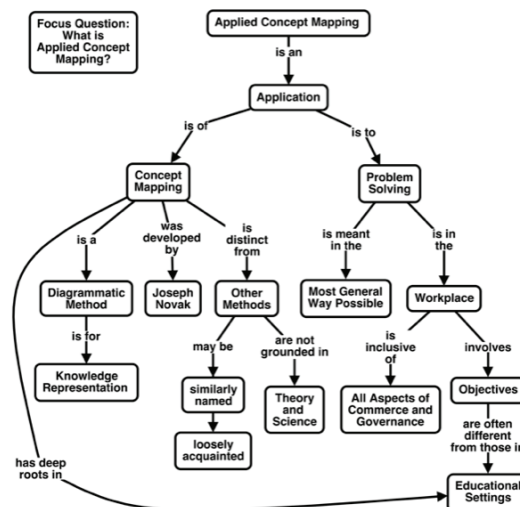


Figure 1. Example Concept Map.

The validity and reliability of concept mapping tasks for learning assessment has been thoroughly demonstrated (Ruiz-Primo and Shavelson 2001; Schaal, 2008), as most clearly evidenced by its inclusion in the U.S. National Assessment of Educational Progress' Science Framework (NAGB, 2010).

Ideally, during an assessment, a learner practices cognitive higher-order thinking skills to analyze, compare, infer, interpret, and evaluate the challenge set in front of them. Deeper critical thinking dives past cognition and into metacognition components, which demands the learner to plan, monitor, review, and revise (Quellmalz, 1991). These cognitive and metacognitive skills are used by successful learners across disciplines and tasks when working towards conceptual understanding of a topic or when solving a complex problem. Concept mapping-based assessment provides a capability to blend recall, recognition and reasoning techniques in the context of a nonlinear assessment. A concept mapping-based assessment offers a unique opportunity to blend recall and recognition in a single assessment, thereby encouraging learners to exercise metacognitive level thinking through review and revision of the maps' concepts. Rebich and Gautier (2005) have highlighted other key advantages for concept map-based learning assessment that differentiate it from other assessment approaches:

The usefulness of concept mapping for assessment is partially due to its level of complexity, which distinguishes it from more conventional evaluation techniques such as multiple-choice tests... [T]hese traditional unidimensional assessment measures represent a failure to recognize that much disciplinary knowledge is based on an understanding of relationships among concepts...[C]oncept mapping allows for more efficient data collection than interviews do, and presents an advantage over writing-based assessments in that it is *inherently non-linear* and facilitates self-monitoring...Concept maps may be useful in revealing thought processes that generally remain private to the learner, and it has been suggested that they may be more sensitive to developmental changes than traditional testing in which questions often focus on isolated ideas (p. 358).

4 The Case for a Specific Instantiation of a CMA

Given the potential value for CMA in assessing mental models, many approaches for using concept mapping as an assessment have been proffered and studied, including as a method for assessing mental models (Chang, 2007). A number of taxonomies of the approaches have also been developed to guide the assessment process (e.g., Strautmane, 2012). In order to make a case for a specific instantiation of a CMA, it is useful to review the CMA approaches and other assessment approaches in the abstract.

4.1 Consideration of CMA Approaches

As an oversimplified but reasonable way to characterize the assessment task approaches, it is useful to consider two ends of a spectrum. On one end is a blank canvass onto which a Taker (of the assessment) may, using concept mapping techniques and conventions, create a concept map that is representative of their mental model. At the other end of the spectrum would be a completed concept map, about which a Taker could offer a statement(s) of agreement with their own mental. Both ends offer valuable advantages and severe drawbacks. The blank canvass approach is a highly complex task that leaves open questions about comprehensiveness and completion (Schau, et al., 2001) and results in individual representations that multiply quickly to the point of impracticality for an assessor. Though their potential as an "excellent diagnostic device" has been known for some time (Lay-Dopyera & Beyerbach, 1983), the time to manually analyze the maps, or transcribe their content for analysis, can be considerable (Cañas *et al.*, 2010). The completed concept map approach can over-constrain the representation process to the point of reification and limits the insight possibilities into individual mental models. But capturing assessment results is straightforward and simple and can be achieved across many Takers. The key tradeoff between the ends of spectrum is the depth of insight and efficiency of assessment process.

For these reasons, the majority of work in CMA has targeted approaches that fall somewhere in the middle of the spectrum. Some such approaches advocate for scaffolding the concept mapper with a few concepts and (sometimes) linking phrases, instructing the Taker to build out the map. Novak (1998) recommend such an approach for complex topics:

By providing a small concept map, perhaps with 6-12 concepts and appropriate linking words, we can activate recall of pertinent concepts known by the learner and/or model appropriate structuring of these

concepts. This skeleton map can also function as an advance organizer of proceeding to build a more detailed knowledge model by supplying ideas, at least some of which would be familiar to the learner. Since it is also common that learners have some misconceptions or faulty knowledge structures, the expert skeleton map can encourage rethinking already-held propositions. An expert skeleton concept map may also contain several suggested concepts in what we refer to as a “Parking Lot.” These are concepts that the learners might incorporate into the concept map, thus providing them some further scaffolding of learning (pp. 264).

This approach seeks to overcome the most challenging aspect of the blank sheet approach – i.e., where to start – and even suggests that providing propositions may have learning value in correcting misconceptions. Correia et al (2016) and Correia and Moon (2018) have advanced on this idea in an assessment context by explicitly introducing misconceptions as a means for assessing whether such misconceptions exist. Yet this skeleton/scaffolding approach does not overcome the scalability challenge of reviewing many maps.

Other approaches suggest a “Swiss cheese” approach of providing concept map with a predetermined structure but missing content (concepts and/or linking phrases) that may be filled in, typically from a bank of items (Torre et al., 2013) or by filling in content (Schau, 1997) or by providing options for selecting the most appropriate content (Moon et al., 2010; Sas, 2010). These approaches enable the Taker to impart some of their own representation as they consider what is available to them in the map.

A key advantage of these middle-way approaches is that they enable the exercise of the higher order thinking skills outlined by Bartlett (1955):

- interpolation : filling in information that is missing from a logical sequence,
- extrapolation : extending an incomplete argument or statement,
- reinterpretation : rearrangement of information to effect a new interpretation.

Thus, it can be inferred that Takers of such assessments that perform well can be thought to have achieved such higher order thinking skills.

Once Takers complete the assessment task, their artefacts must be reviewed for any assessment, let alone feedback and thus learning, to occur. Work in this area can be characterized (again through oversimplification) by two approaches that line up roughly with the ends of the spectrum in the assessment tasks. Toward the end of the ‘blank sheet’ end are review approaches that seek to assess the structure, size and other attributes of the concept map. Toward the other end of the spectrum, where attributes of the map are already given, are approaches that seek to assess the “correctness” of the propositions. In many implementations, both approaches are implicated. With all of the approaches, a number of challenges with scoring reliability have been studied (Ruiz-Primo, Schultz, Li, & Shavelson, 2001).

In considering the variety to middle-way approaches to CMA, several common principles emerge that suggest best practice:

- Start with *some* content,
- Task Takers with conducting concept mapping *processes*, to include:
 - Generating content, considering and using content that is available, making explicit connections between concepts,
- Control the *difficulty* of the task by varying aspects, to include:
 - The given content of the domain, the level of exposure if any to an ‘initial’ concept map, the number and types of concept mapping process tasks,
- *Compare* the created artefact to something.

The last principle is worthy of additional comment. Ultimately, in order to glean value from the concept mapping process, the concept map must be compared to something. This matters regardless how the concept map was created – i.e., from a blank sheet or highly constrained task. Comparison may occur throughout the concept mapping process or at a final stage of creation. But it is the comparison of the concept map as an artefact – i.e., a

representation of a mental model – that yields value for assessment and learning. Comparison may be with a teacher/instructor/expert mental model – whether explicitly represented or not – or with a standardized model that represents a consensus of the state of knowledge. Even assessment approaches that use attributes of the map must ultimately compare maps to some sense of what is ‘appropriate’ and ‘sensible.’ For any concept could be ‘unpacked’ into a set of propositions (yielding higher numbers of elements in the map), and any concept could be crosslinked to any other concept in a given map (yielding higher numbers of crosslinks). Thus, ultimately a comparison to some representation of a given domain that represents ‘truth about the aspect of life under consideration’ must be made in order to gain value in assessment and, in turn, learning.

4.2 Comparison to other Assessment Approaches

Because they make use of similar item types, CMAs can provide the same diagnostic benefits as traditional assessment item types. In addition, we assert that CMAs offer a fundamentally different assessment than traditional assessment items that are, by definition, delivered in linear fashion. Table 1 outlines the shared and unique advantages.

	Shared with Traditional Assessment Items	Unique to Concept Mapping-based Assessment
Authoring	Challenging distractors, (ideally but rarely) logic, selective and/or meta coverage of content	Meaningful propositions about cohesive & coherent abstraction of content
Taking	Reasoning about discrete, sequenced questions and answers	Reasoning about <i>and across</i> propositions using dependencies, context, sequence
	Recognition and recall	Higher Order Thinking Skills interpolation : filling in information that is missing from a logical sequence extrapolation : extending an incomplete argument or statement reinterpretation : rearrangement of information to effect a new interpretation
	1-to-1, 1-to-many matching / placement	1-to-Map
Analysis	Pass/Fail, Correct/Incorrect, Duration between answers, Answer revision, Sequence of answers (including first answer), Correct per item types	Assertions about cognitive performance made across items, by Proposition, and by Map
Reporting	Rapid scoring and reporting at individual and group levels	Visualization of targeted conceptual understandings

Table 1: Comparison of traditional assessment items to concept mapping-based assessment

5 Development of Sero!, an implementation of CMA

Sero! is a software platform for conducting CMA. It was developed by Perigean Technologies as a prototype assessment tool to advance the current capability and research of concept mapping as an assessment strategy. It is architected as a cloud-based software service and usable on any desktop web browser.

There are two intended user types for Sero!: Assessors and Takers. Assessors can create original concept maps and/or import concept maps, which become the MasterMaps (i.e., answer key) for the assessment. Assessors can assign their choice of AssessmentMaps to Takers, who complete the AssessmentMaps by clicking on, dragging, and editing assessment items to revise and complete the map. Once the Takers have completed the assessment, Sero! provides semi-automated support for comparing the Takers’ maps to the MasterMaps, and visually, numerically, and textually report the results to the Assessor, who can review the Takers’ maps and provide additional feedback and guidance, where appropriate. Figures 2 and 3 show Sero!’s Graphical User Interfaces for the Assessor and Taker Roles.

Sero! provides semi-automated support in authoring AssessmentMaps, based on the MasterMaps. Concepts, linking phrases, and propositions can be converted to Multiple Choice, Generate and Fill-In (GAFI), Select-And-Fill-In (SAFI), Error Detection/Correction and ConnectTo assessment item types – all of which have been demonstrated individually in the research literature as being valid and reliable methods (e.g., Moon et al., 2010; Correia, 2016; Schau, 2001). Similar to traditional assessment formats, fill in the blank and multiple-choice questions located throughout a concept map forces a Takers to retrieve knowledge to answer the question. While Sero! assesses this type of necessary declarative knowledge, it simultaneously allows a Takers to see, in real time, how an answer to one item may affect how they answer subsequent responses and the rest of the map. In this way, Sero’s use of concept maps requires Takers to exercise reinterpretation skills as the rearrangement of information effects a new interpretation, impacting connected concepts, some of which were determined by the Taker, and how that may alter other relationships throughout the rest of the map.

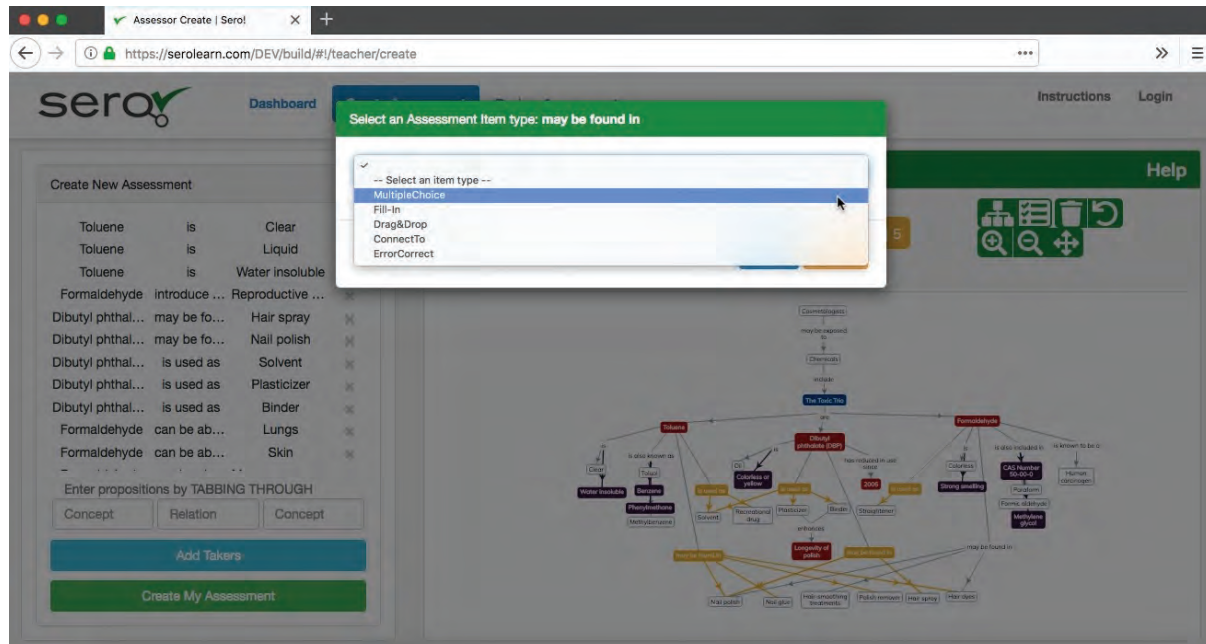


Figure 2. Sero! Assessor Graphical User Interface – as of July 2018.

6 Validation Demonstration

In 2017, Sero! was used in a five-day, live prototype and demonstration event (“event”) aimed at demonstrating an adaptive learning paradigm. In addition, data were collected regarding the validity of CMA’s implemented in Sero! for the assessment of evolving learner mental models.

6.1 Event Purpose, Participants, Materials and Task

The event focused on training in the cybersecurity domain. Six terminal learning objectives and 54 enabling learning objectives scoped the training event, which presented a large corpus of digital training materials and activities that included simulations/games and simulated cybersecurity activities. To simulate an adaptive learning environment, participants were enabled to select activities in the sequence they chose and/or were recommended to, based on their performance.

Participants in the event were 73 members of the U.S. military. Of these, the performance of 45 participants were selected for data analysis of Sero!’s capacity. The remaining participants did not complete enough of the presented tasks to be considered for the analysis.

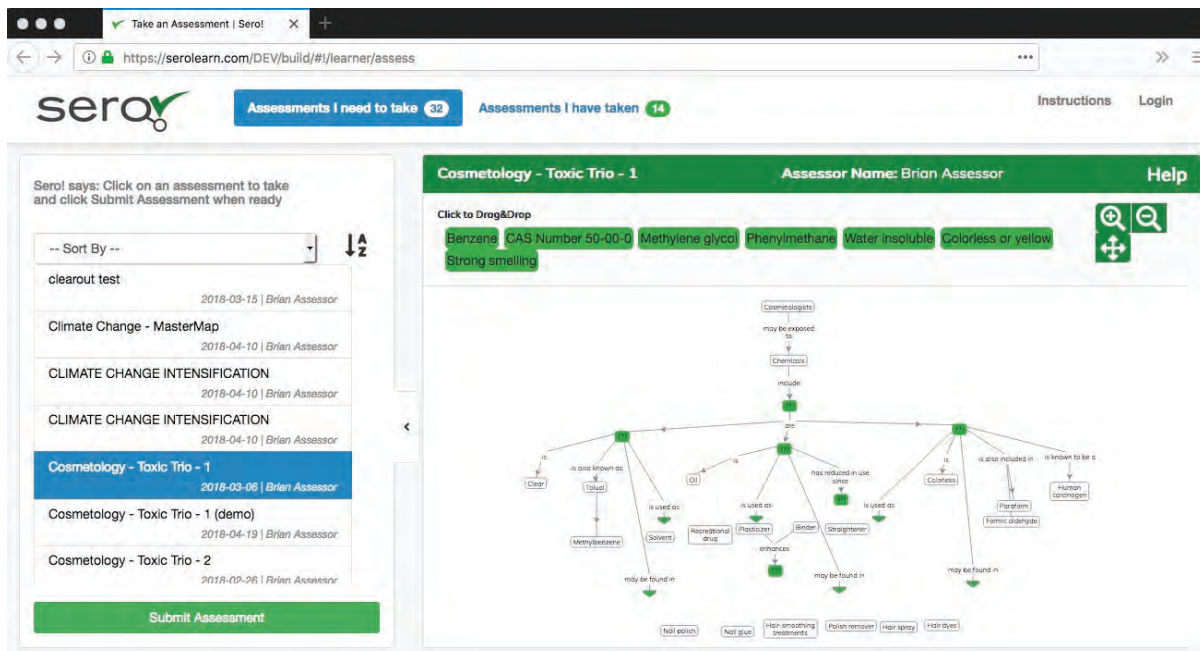


Figure 3. Sero! Taker Graphical User Interface – as of July 2018.

Fifty-three concept mapping-based assessments were developed for the event, matching to all but one of the learning objectives. An example assessment map is shown in Figure 4. The assessment maps were developed from a set of multiple-choice questions that also served as the pre- and post-test assessments for the event. As participants completed training activities, they were also recommended to complete Sero! assessments. The 45 participants completed the pre- and post-tests, some of the 53 Sero! assessments, and some of the training materials and activities.

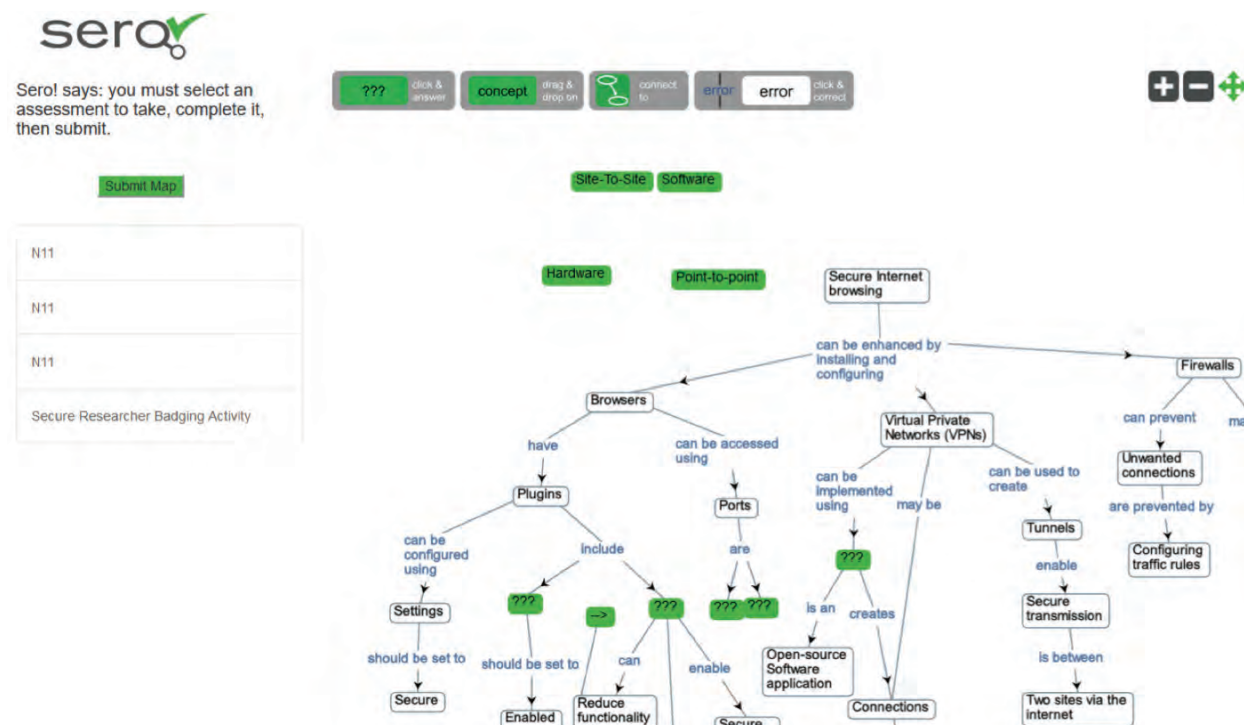


Figure 4. Sero! Taker Graphical User Interface for Demonstration Event – July 2017.

6.2 Results

The validity of the Sero! assessments was analyzed by plotting scores from the pre- and post-tests and Sero! assessments, and establishing a “validity curve,” i.e., the line between the average pre- and post-test scores on which the scores from the assessment should fall if they were taken chronologically in between the two other tests. Figure 5 shows the results. The black oval indicates the area within which a valid test’s scores should fall. Sero! did indeed fall between the scores of the pre- and post-tests. The R2 value for the regression line of the averages (R2 = 0.8648) shows that Sero! fits the validity curve well. Figure 6 shows the average scores.

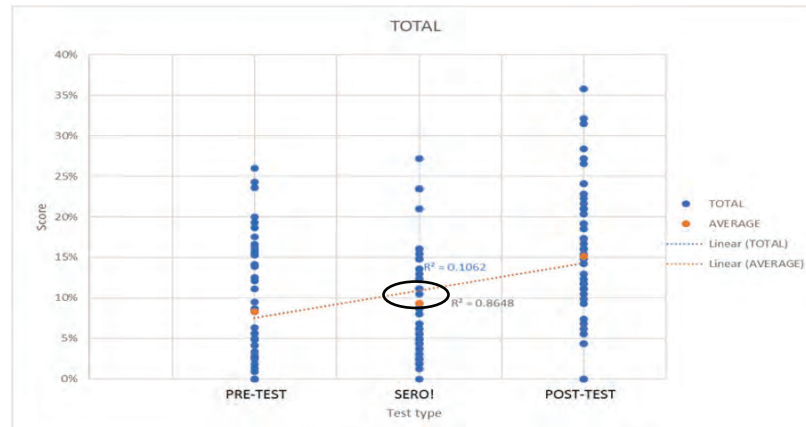


Figure 5. All Scores and Validity Curve.

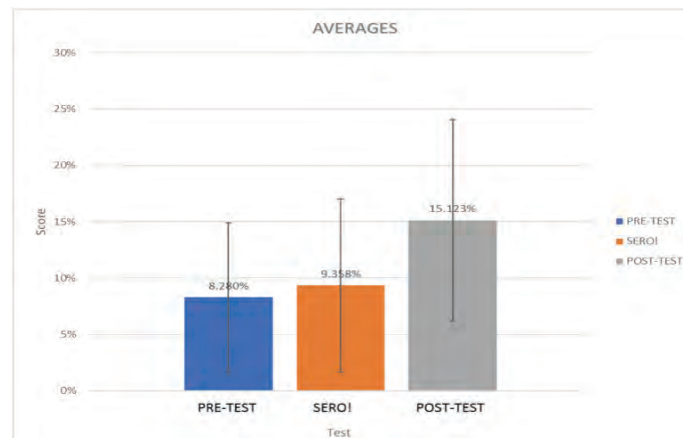


Figure 6. Average Scores.

In addition, scores were also analyzed across days of the training event. Because participants engaged the training material over the course of several days, a valid assessment should expect to show scores increasing across time. The sample in Figure 7 from one of terminal learning objectives (TLOs) shows a marked improvement from the first day of Sero! assessments to the last, demonstrating that Sero! effectively gauged learning progress. All but one of the TLOs showed performance improvement across time – the degraded performance in the most difficult TLO was shown to be only slight.

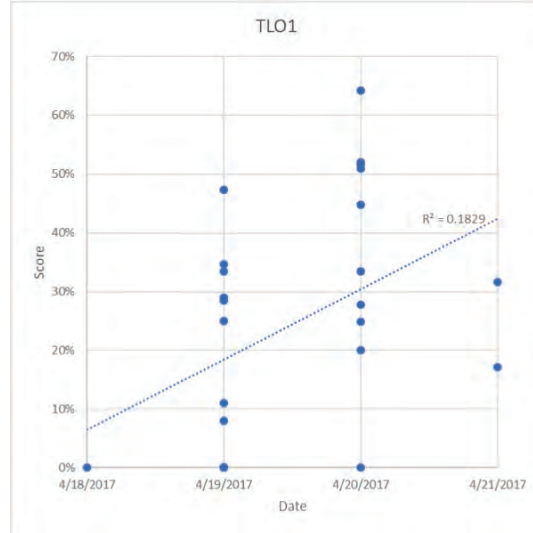


Figure 7. Sero! Assessment Performance Scores across Time.

In addition to scores, data regarding the completion of individual assessment items with Sero! assessments were collected and analyzed to mark invalid attempts. An assessment completion attempt was considered invalid if very little time (<60 seconds) elapsed for the entire assessment and/or the completion rate for all items was close to 0%. However, in later, broader analysis of the completion rates, it was found that some question types had an unusually low completion rate, possibly leading to a higher than appropriate rejection rate. In particular, the Error item type completion rate was very low, reflecting performance seen during usability testing. Unlike the four other types, this item type is not visually prompted.

TLO	Multiple-choice	Drag and Drop	ConnectTo	Fill-in	Error
1	87%	74%	84%	91%	0%
2	80%	92%	86%	83%	0%
3	94%	88%	100%	40%	0%
4	79%	91%	0%	90%	0%
5	98%	83%	73%	43%	0%
6	100%	71%	75%	N/A	20%
Average	90%	83%	70%	69%	3%
STDEV	9	9	36	26	8
Median	90%	86%	80%	83%	0%
Mode	N/A	N/A	N/A	N/A	0%

Table 2: Assessment Item Completion Rates

6.3 Discussion

The results demonstrated the validity of CMA's implemented in Sero! for the assessment of evolving learner mental models, and raised questions about the feasibility of presenting mixed, multiple assessment items in a CMA. The demonstration was limited in the number of participants and less-than-desirable controls over the demonstration.

7 Summary

Mental model assessment is a key component for learning. Concept mapping-based assessments have repeatedly shown potential for more accurately assessing mental models than other assessment techniques. Our CMA implementation, Sero!, increases the potential for the feasibility of CMA. Future studies should capitalize on the superiority of technology-facilitated CMA for learning and other applications, such as personnel selection.

8 Acknowledgements

Development of Sero! and participation in the event was supported by Contract # W911QY-16-C-0081, sponsored by the U.S. Department of Defense.

References

- Alexander, C. (1964). *Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bennett, W. (2017). Email communication regarding BAA-RQKH-2015-0001. June 23, 2017.
- Cañas, A. J., Bunch, L. & Reiska, P. (2010) CmapAnalysis: An Extensible Concept Map Analysis Tool. In J. Sánchez, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Chang, S. N. (2007). Externalising Students' Mental Models through Concept Maps. *Journal of Biological Education*, 41(3), 107-112.
- Correia, P., Cabral, G., & Aguiar, J. (2016). Cmaps with Errors: Why not? Comparing Two Cmap-Based Assessment Tasks to Evaluate Conceptual Understanding. In *International Conference on Concept Mapping* (pp. 1-15). Springer International Publishing.
- Correia, P. and Moon, B. (2018). Using Concept Maps with Errors to Identify Misconceptions: The Role of Instructional Design to Create Large-Scale On-Line Solutions. IGI Global
- Craik, K. (1967). *The Nature of Explanation*. 1943. Cambridge University, Cambridge UK.
- Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental Models and Cognitive Change. *J. of Cognitive Psychology*, 25(2), 131-138.
- Jonassen, D. H., Beissner, K., & Yacci, M. (1993). *Structural knowledge: Techniques for Representing, Conveying, and Acquiring Structural Knowledge*. Psychology Press.
- Jonassen, D. H. (1995, October). Operationalizing Mental Models: Strategies for Assessing Mental Models to Support Meaningful Learning and Design-Supportive Learning Environments. In *The first international Conference on Computer Support for Collaborative Learning* (pp. 182-186). L. Erlbaum Associates Inc.
- Klein, G., Moon, B., & Hoffman, R. R. (2006). Making Sense of Sensemaking 2: A Macro-cognitive Model. *IEEE Intelligent Systems*, 21(5), 88-92.
- Lay-Dopyera, M., & Beyerbach, B. (1983). Concept Mapping for Individual Assessment.
- Lindell, R. S., & Olsen, J. P. (2002, August). Developing the Lunar Phases Concept Inventory. In *Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference*. New York: PERC Publishing.
- Moon, B., Ross, K., & Phillips, J. (2010). CMLA for Adult Learners. In J. Sánchez, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Moon, B., Hoffman, R., Novak, J. & Cañas, A. J. (2011). *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*. New York: CRC Press.
- Mohammed, S., Ferzandi, L., & Hamilton, K. (2010). Metaphor No More: A 15-year Review of the Team Mental Model Construct. *Journal of Management*, 36(4), 876-910.
- National Assessment Governing Board. (2010). Science Framework for the 2011 National Assessment of Educational Progress.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating, and Using Knowledge*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Peirce, C. S. (1986). Die Kunst des R sonierens (1893). na.
- Quellmalz, E. S. (1991). Needed: Better Methods of Testing Higher-Order Thinking Skills. *Developing Minds.: A Resource Book for Teaching Thinking*, 338-343.
- Rebich, S., & Gautier, C. (2005). Concept Mapping to Reveal Prior Knowledge and Conceptual Change in a Mock Summit Course on Global Climate Change. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 355-365.
- Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On Looking into the Black Box: Prospects and Limits in the Search for Mental Models. *Psychological Bulletin*, 100(3), 349.
- Rowe, L. J., Schvaneveldt, R. W., & Bennett Jr, W. (2007). Measuring Pilot Knowledge in Training: The Pathfinder Network Scaling Technique. L-3 Communications, Mesa, AZ.
- Ruiz-Primo, M.A., Schultz, S.E., Li, M. & Shavelson, R.J. (2001). Comparison of the Reliability and Validity of Scores from Two Concept Mapping Techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Sas, I. C. (2010). The Multiple-choice Concept Map (MCCM): An Interactive Computer-Based Assessment Method.
- Schaal, S., (2008). Concept Mapping in Science Education Assessment: An Approach to Computer-Supported Achievement Tests in an Interdisciplinary Hypermedia Learning Environment. In A. J. Cañas, P. Reiska, M.  hlberg & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Connecting Educators*. Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Schau, C. (1997). Use of Fill-in Concept Maps to Assess Middle School Students' Connected Understanding of Science.
- Schau, C., Mattern, N., Zeilik, M., Teague, K. W., & Weber, R. J. (2001). Select-and-Fill-In Concept Map Scores as a Measure of Students' Connected Understanding of Science. *Educational and Psychological Measurement*, 61(1), 136-158.
- Schreiber, B. T., DiSalvo, P., Stock, W. A., & Bennett Jr, W. (2006). Distributed Mission Operations Within-Simulator Training Effectiveness Baseline Study. Volume 5. *Using the Pathfinder Methodology to Assess Pilot Knowledge Structure Changes*. Lumir Research Inst Grayslake IL.
- Scielzo, S., Fiore, S. M., Cuevas, H. M., & Salas, E. (2004). Diagnosticity of Mental Models in Cognitive and Metacognitive Processes: Implications for Synthetic Task Environment Training. *Scaled worlds: Development, Validation, and Applications*, 181-199.
- Seel, N. M. (1995). Mental Models, Knowledge Transfer, and Teaching Strategies. *Journal of Structural Learning*, 12(3), 197-213.
- Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2008). Using an Evidence-Based Approach to Assess Mental Models. In *Understanding Models for Learning and Instruction* (pp. 23-41). Springer, Boston, MA.
- Smith, L. J. (2009). Graph and Property Set Analysis: A Methodology for Comparing Mental Model Representations. The Florida State University.
- Strautmane, M. (2012). Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and their Scoring Criteria: An Overview. In A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 80-88). Valletta, Malta: University of Malta.
- Torre, D. M., Durning, S. J., & Daley, B. J. (2013). Twelve Tips for Teaching with Concept Maps in Medical Education. *Medical teacher*, 35(3), 201-208.
- Tossell, C. C., Smith, B. A., & Schvaneveldt, R. W. (2009, October). The Influence of Rating Method on Knowledge Structures. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 53, No. 26, pp. 1893-1897). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

A NEW VALIDATION METHOD FOR DEFINING CONCEPT MAP CATEGORIES

Nina Fatma Ali, Juliana Kaya Prpic and David C Shallcross
University of Melbourne, Australia

Email: ninaa1@student.unimelb.edu.au, juliana.prpic@unimelb.edu.au, dcshal@unimelb.edu.au

Abstract. This paper describes a new method for developing and refining the categories into which the concepts of a collection of concept maps may be classified. The method is used to develop a set of ten categories into which concepts relating to the domain of 'process safety' may be assigned. The categories created were used to analyse 103 concept maps that were generated by second year undergraduate chemical engineering students. The method involved defining ten different categories into which the process safety concepts could be assigned. Each map was then analysed independently by three different assessors who each bring different perspectives on the topic to the analysis. Each assessor assigned every concept of each of the maps to one of the ten categories. The disagreements that inevitably occurred between the three assessors were then analysed using a novel three-way table. A close analysis of the disagreements aided by the new table allowed each of the categories to be more closely defined, removing ambiguities and uncertainties. The results showed that the students generally understood the non-physical preventative measure in the process industries as well as the consequences and potential outcomes. The students appeared not to recognize the importance of education and training in maintaining safety.

Keywords: concept mapping, categories, taxonomy, process safety, validation study

1 Introduction

Imparting a sound understanding of process safety is a crucial element of any chemical engineering program. The study of real past engineering incidents in the classroom is often an efficient way to emphasise the importance of process safety. In the University of Melbourne for example, undergraduate students enrolled in chemical engineering program learn the subject of process safety throughout their course. One challenge that any educator faces is to how to properly assess student learning in the safety domain. A study conducted by Shallcross (2013) suggested the use of concept maps to assess the learning and understanding of cohort and individual around the safety case studies. Concept maps are a graphical technique of presenting information and relationship between different concepts. This method has also been used by others researchers for example, in sustainable development topic by Lourdel *et al.* (2007) and Segalàs *et al.* (2008). In this study, we focus on the use of concept maps as a tool for assessment, in which a new method is proposed to develop the categories, into which concepts may be allocated. This method is applied to the development of a taxonomy for the analysis of concepts relating to process safety.

2 Methods for Concept Map Analysis

Several different techniques have been used in the past to assess concept maps. Different scoring techniques assess different elements of conceptual organisation and understanding. Some of the scoring techniques are based on assigning points for specific characteristics or components of a concept map, which can be grouped under quantitative approach, while others assess concept map qualitatively. Broadly, there are six systems that can be categorised in the former approach which includes; the weighted component scoring system; holistic scoring system; map comparison scoring system; combination method of component scoring and map comparison system; combination method of component scoring and holistic scoring system; as well as categorical scoring system.

In the weighted component scoring system, researchers score concept maps originally based on number of concepts, links, cross-links and hierarchies as suggested by Novak and Gowin (1984). This was further developed later by other researchers (Barenholz and Tamir, 1992; Heinze-Fry and Novak, 1990; Markham *et al.*, 1994; McClure and Bell, 1990; Nakhleh and Krajcik, 1991; Roth and Roychoudhury, 1992; Turns *et al.*, 2000; and Wallace and Mintzes, 1990) by either adding new features to the initial version or modifying it. In the holistic scoring system, researchers aimed at pursuing the possibility of evaluating concept maps as a whole, Besterfield-Sacre *et al.* (2004) analysed comprehensiveness, organisation and correctness of a map based on three point scale rating.

Goldsmith *et al.*, (1991) and Acton *et al.* (1994) compared students' concept maps in terms of the likeness of concepts and their adjacent concept, as well as the links to a criterion map. In regards to the combination method of

component scoring and map comparison system, Ruiz-Primo and Shavelson (1996) scored three criteria of the concept maps; total proposition accuracy score, salience score and convergence score. This system was explored earlier by other researchers who applied different variations (Champagne *et al.*, 1978; Beyerbach, 1988; Anderson and Huang, 1989; Hoz *et al.*, 1990; Mahler *et al.*, 1991; and Schreiber and Abegg, 1991).

Some researchers have experimented with the combination method of component and holistic scoring system. For example, Jablokow *et al.* (2015), analysed undergraduates' concept maps using twelve traditional metrics (which among others include total number of concepts, hierarchies and links, map density and complexity, link similarity and closeness index) and four holistic metrics (namely dominant structural pattern, comprehensiveness, organisation and correctness). Nonetheless, in the categorical scoring system, (Lourdel *et al.*, 2007; Segalàs *et al.*, 2008; and Shallcross, 2013) concept maps are analysed by grouping each concept to its relevant categories to present students' appreciation around a study domain.

In the qualitative approach, (Kinchin and Hay, 2000) proposed to extract three types of structure from concept maps; spokes, chains and nets to indicate whether students demonstrated rote learning or meaningful learning in their study domain. Another alternative to that was developed by Liu *et al.* (2005), where a set of algorithms to perform links analysis were developed in order to identify the misconceptions of the students. The study compared links of each concept of students' maps with the links of each concept of a teacher's map.

The current study is aimed at developing a more robust method to define the categories, into which the individual concepts of a concept map might be classified. We do this by having three different assessors to analyse each concept map, and then analysing the extent to which the assessors agree or disagree with one another. Using the novel three-way tables, the concept types which are prone to disagreement can be identified, and then the categories more refined.

3 Methodology

Second year chemical engineering students were given 30 minutes activity to prepare a concept map based around the domain "Process safety". In the previous year, they had received extensive training in the use and creation of concept maps and had be required to prepare several concept maps on topics ranging from "mobile phones" to a high-speed rail accident. The students were not given any concepts or joining words, just the domain. They were expected to prepare maps of at least 25 concepts without knowing the categories that they would be assessed on, as the development of the categories' taxonomy were done by assessors after the activity.

A total of 103 student concept maps with the domain "process safety" were analysed for this present study. The maps were most well-formed with the propositions usually indicated by arrows showing how the joining words linked the adjacent concepts. Here, it is worth noting that the maps were completed in the English language although at least half the class were non-native English-speakers.

In his work looking at analysing the concept maps of students using safety incident case studies Shallcross (2013) proposed the use of six categories into which individual concepts featured in students' maps could be classified (Table 1). Later he proposed the use of eight categories for concepts maps with "Process and personal safety" as the domain (Shallcross, 2015). This was the first work to use concept maps to attempt to assess student and cohort learning of engineering safety concepts. The categories covered the entire range of concepts that might be encountered from potential hazards, and preventative measures that can be put in place to maintain safety, to the potential consequences of any incident. Another category was defined that considered the consequences of any event. Education and training, and actors and stakeholders were two other categories that were included. The final category "environmental" was included in response to the significant number of concepts that could not be assigned into any other category, but which had a definite association with the environment and the specific environmental impacts of any incident. Because of the very large number of concepts that relate to preventative measures that can be taken to reduce hazards and the likelihood of incidents, Shallcross proposed the use of two distinct categories, the first relating to physical preventative measures, and the second relating to non-physical, but more procedural preventative measures.

Categories		
Safety Case study; Shallcross (2013)	Process and Personal Safety; Shallcross (2015)	Process Safety; This study
1. Context	1. Preventative measures (physical)	0. Irrelevant/ Unrelated
2. Incident Description	2. Preventative measures (non-physical)	1. Potential Hazards
3. Causes	3. Consequences	2. Preventative - physical
4. Consequences and Aftermath	4. Actors and Stakeholders	3. Preventative - non-physical, procedural
5. Lessons Learned	5. Education and Training	4. Consequences and Outcomes
6. Actors and Stakeholders	6. Potential Hazards/Causes	5. Incident Response
	7. Incident Response	6. Education and Training
	8. Environmental	7. Actors and Objects
		8. Ideal and Values
		9. Others

Table 1: Taxonomy of Safety Categories used in the assessment

In the current work, we have based our categories on the work of Shallcross but have replaced his “Environmental” category with “Ideals and Values”. In our first iteration of the taxonomy, we included a ninth category “Others” which was designed to capture all those concepts that are relevant to the domain but do not fit well within any category. After performing an analysis of the concept maps we included another category “Irrelevant /Unrelated” to address the not insignificant number of concepts that were completely irrelevant to the domain. Table 2 provides more details of the categories that are proposed for the present study.

In this work three assessors independently analysed each of the concept maps applying the taxonomy of Table 2 to allocate each concept to one of the ten categories. One of the assessors is a professor of chemical engineering who has experience in industry and expertise in process safety. The second assessor is a PhD student who has degrees in chemical engineering and process safety, while the third assessor has no formal background or experience in engineering, but has experience in using concept maps. An analysis of agreement and disagreement between assessors and validity of newly developed categories’ taxonomy was conducted. We interpret agreement as identical responses on the same concept for all assessors under similar assessment conditions (using the similar categories guide and procedures for assessing similar concept maps). Disagreement occurs when the assessors had different responses on the same concept under similar assessment conditions. Whereas, validity is used to ensure that the new developed categories’ taxonomy legitimately measures students’ understanding.

The assessment steps started with the development of ten categories’ taxonomy as a first draft for process safety domain. As shown in Figure 1, the assessment process involves two main phases. In the first phase, all three assessors used the first draft to assessing 51 students’ concept maps (set 1). Then, the assessors’ responses were analysed, where all agreement and disagreement were identified and analysed. Based on the disagreements in the responses, discussions were carried out between all assessors to revise the categories’ taxonomy. Another assessment was conducted (second phase) to validate the results obtained from the first phase. In phase two, the assessors used the revised categories’ taxonomy to analyse 52 students’ concept maps (set 2), after which, the assessors’ responses were analysed.

Category	Meaning	Example of concepts
0 Irrelevant/ Unrelated	Concepts which are not precise/unclear or are insignificant and require further explanation. Usage of terms which are not appropriate to describe the concepts in the domain.	chronology, results, non-often, low, high, fuses, electric circuit, form, purpose
1 Potential Hazards	A source or a situation with potential for harm, damage or adverse effects (health effects to people, losses to property/equipment, or to environment). Potential hazards include dangerous objects, harmful substances and materials, sources of energy, unsafe conditions, processes, unsafe practices/ actions, human factors and behaviours.	wet floor, working from heights, malfunction equipment, welding, electrical hazards (frayed cords, missing ground pins), confined spaces, vapour and fumes from welding, flammable materials (solvents), extreme temperatures, ergonomic hazards (vibration, frequent lifting), unguarded machinery, human error (negligence, ignorance)
2 Preventative – physical	Physical equipment that protects personnel or process from workplace hazards, or during non-routine operations and emergencies, help avoid injuries, illnesses and incidents.	alarm (to indicate things getting out of control), barrier, PPE (safety harnesses, anchor points, lanyards), horizontal lifelines, flare, fire sprinkler
3 Preventative – non-physical, procedural	Policies, procedures and practices/actions that protect personnel or process from workplace hazards, or during non-routine operations and emergencies, help avoid injuries, illnesses and incidents.	SOP, maintenance, design, communicating with supervisors, reporting near misses or incidents, no smoking, hazard control plan, redundancy
4 Consequences and Outcomes	The effects of an unplanned event (occurrence or change of particular set of circumstances)/incidents resulting in or having a potential for injury, damage or other loss to people, property, infrastructure and processes The outcomes/ results of action/materials occurring earlier (positive/negative)	gas leak, fire, costs and liability, blemished reputation, death, punishment of breaking rules, safe operation, cost, minimise loss, bonus, profit
5 Incident response	The action or involving the usage of equipment/procedure of responding, organising, coordinating and managing of available resources after an imminent event to mitigate or minimise the impact of the event or damage to people, property, infrastructure and processes	evacuation, first aid, emergency assembly point, fire water system, emergency shut down procedures/equipment, medical treatment, containment/dikes, fire extinguisher
6 Education and Training	Process to equip/maintaining personnel with knowledge and skills, awareness, understanding and know-how required to work safely, identify hazards, report, respond and mitigate the impact of incidents	evacuation drill, awareness training, worksite demonstrations, promoting good work practices, case studies
7 Actors and Objects	People, institutions including companies, government and government agencies, stakeholders that have influence in the domain Objects - general description of equipment, machineries, materials which are not belong to the other categories	workers, society, management, equipment, methanol tanks, computers
8 Ideal and Values	Principles or standards of behaviour/ attributes that are important to the domain	responsibility, commitment, ethics, sustainability, reputation, safety culture, reliability, honesty

Category	Meaning	Example of concepts
9 Others	Relevant/significant but inapplicable to any of the category of 1 to 8	location

Table 2: Categories' Taxonomy for concepts related to process safety

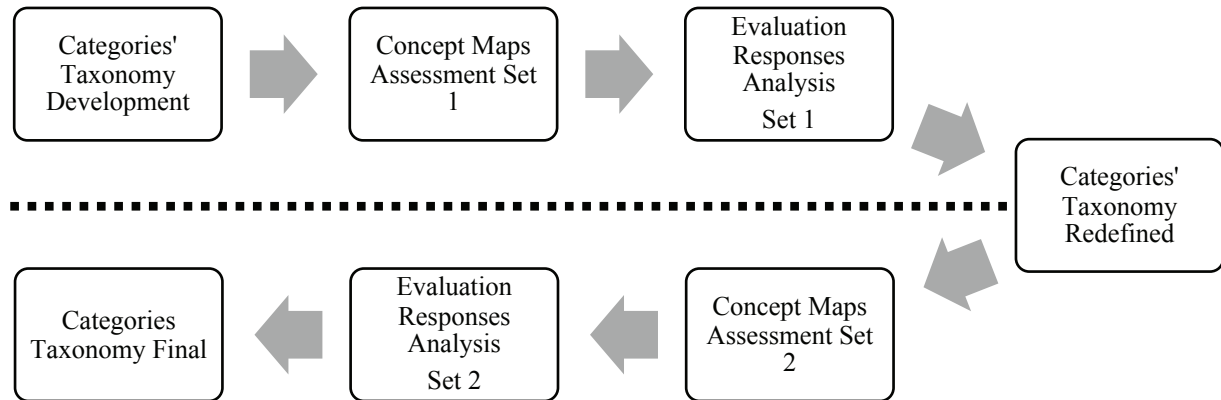


Figure 1: Assessment flow

4 Study Results

Results of this study provide a new method to validate the definition of proposed concept category as well as a new procedure for presenting the information. After the completion of the assessment, the assessors sat together to discuss, evaluate, and provide feedback on the concept categories' taxonomy. The focus of the discussion was on the evaluation of the concept categories' taxonomy. Assessors shared their opinions regarding the strengths and weaknesses of the concept categories' taxonomy. It was concluded that that categorising concepts into the proposed concept categories depends to a certain extent, on the level of subjectivity among assessors.

Based on the observation of assessors' responses and the discussion, some concepts could be further categorised into several categories depending on the context of the proposition. For example, the concept of 'equipment' can be classified into the categories 'Potential Hazards' (Category 1); or 'Preventative-Physical' (Category 2); 'Consequences and Outcomes' (Category 4); or 'Actors and Objects' (Category 7). As illustrated in Figure 2, concept 'equipment' in the left box was classified in category 'Preventative-Physical' (Category 2) while in the right box, the concept was assigned into category 'Consequences and Outcomes' (Category 4). Thus, assessors agreed that interpretation is crucial to determine the most appropriate category for particular concepts that have several different meanings, as shown in the example above. Moreover, the assessors were trained to analyse this type of concepts according to the context to understand the intended meaning, in order to correctly categorise it. Category 9, "Others" was used by the assessors when it became very difficult to readily assigned into one of the more defined categories of 1 to 8. The concept "location" is an example of a concept with a valid place in a concept map on "process safety" but which is difficult to assign into one of the eight main categories. This would be assigned to Category 9.

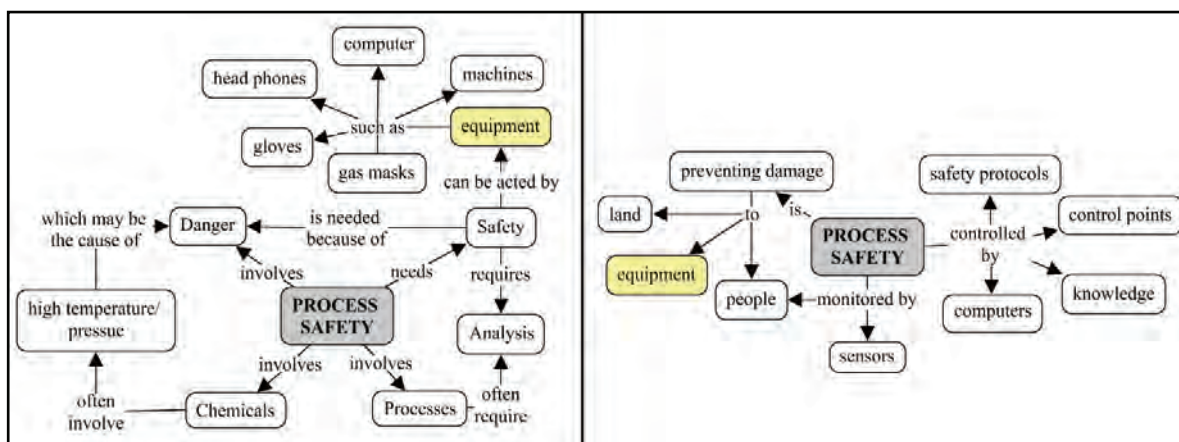


Figure 2: Samples from students' concept maps showing example of concept 'equipment'

Next, responses collected from the assessors were presented in a newly developed three-way table (Figure 3). The three-way table exhibits regions in which the assessors' responses were compared against each other. One of the advantages of presenting assessors' responses in a three-way table, is that it clearly shows the number of agreements and its total, as well as the number of disagreements between the assessors. This is a crucial observation in validating the concept categories' taxonomy. Figure 3 is used to introduce the reader to the new method of presenting data using just three categories. The table is designed around three interlinked tables, the one table showing how the responses from Assessor A compare with those of Assessor B, another table showing the comparison between Assessors B and C, and the third (and highlighted) table comparing the responses of Assessors A and C. In the upper example, we see that on 16 occasions, both Assessors B and C agreed that a concept should be assigned to Category 2, but on 8 occasions, Assessor A recommended that a concept be assigned to Category 1 while Assessor B concluded that the same concept would better be categorised into category 3. Considering now the lower part of Figure 3, some of the highlighted features include that Assessor B assigned 22 concepts in total to Category 1, while Assessors A and C agreed on 79 occasions with one another.

Now consider Figure 4 which presents the full set of data for 103 concept maps, independently analysed by the three assessors. We note that the number of the distributions in the agreement boxes were almost comparable across all categories for all assessors. This suggests that the techniques used to evaluate the concept maps was appropriate and reproducible. Although the agreement responses between assessors were remarkably similar, especially on Category 3 (Preventative –non-physical, procedural), Category 4 (Consequences and Outcomes) and Category 7 (Actors and Objects), this study also explores the categories in which assessors had many disagreements. For example, the concepts of 'fire-sprinkler' and 'flare' are planned equipment which function to protect personnel or process from incidents as prevention (Category 2) rather than as a response (Category 5) to incidents. As a result of this confusion, assessors had disagreement in these two categories in both phase 1 and phase 2 evaluation. This confusion however was solved during the discussion and knowledge sharing session among assessors.

In addition, three-way table also presents the total number of responses for every category by the assessors. This was important in this study as one might predict that ideally every assessor must have similar total number of responses for every category if they have 100% agreement on the categorisation. However, the results show a different trend. For example, the total responses of Assessor A for Category 1 is 338, while for Assessor B and Assessor C it is 197 and 252, respectively. Also, it is worth noting that, for summation agreement score between Assessors A and C is higher (1824 responses) compared to summation agreement between Assessors A and B (1549 responses) and Assessors B and C (1658 responses). We assume that this is because Assessor B has no formal education on process safety domain. Although this study expected assessors to have high agreement and responses, assessors might have their own understanding and interpretation on certain concepts. Hence, this explains the disagreement between assessors and also variation observed in the results. Another contributing reason could be that the students' concept maps were fragmented and scattered structurally, with incomplete proposition (without linking words) thus, making the marking process more challenging.

Although we do not directly measure student understanding in this study, we can see from the summation box (indicated by dark grey) that assessors have classified significant numbers, about one fifth of students' concepts in category preventative – non-physical, procedural (Category 3), followed by category consequences and outcomes (Category 4) for more than 14%. It shows here that students understood the non-physical preventative measure in the process industries as well as the consequences and potential outcomes. However, the students appeared not able to correlate strongly on the importance of education and training in maintaining safety, as shown only 5% of students' concepts were classified in Category 6.

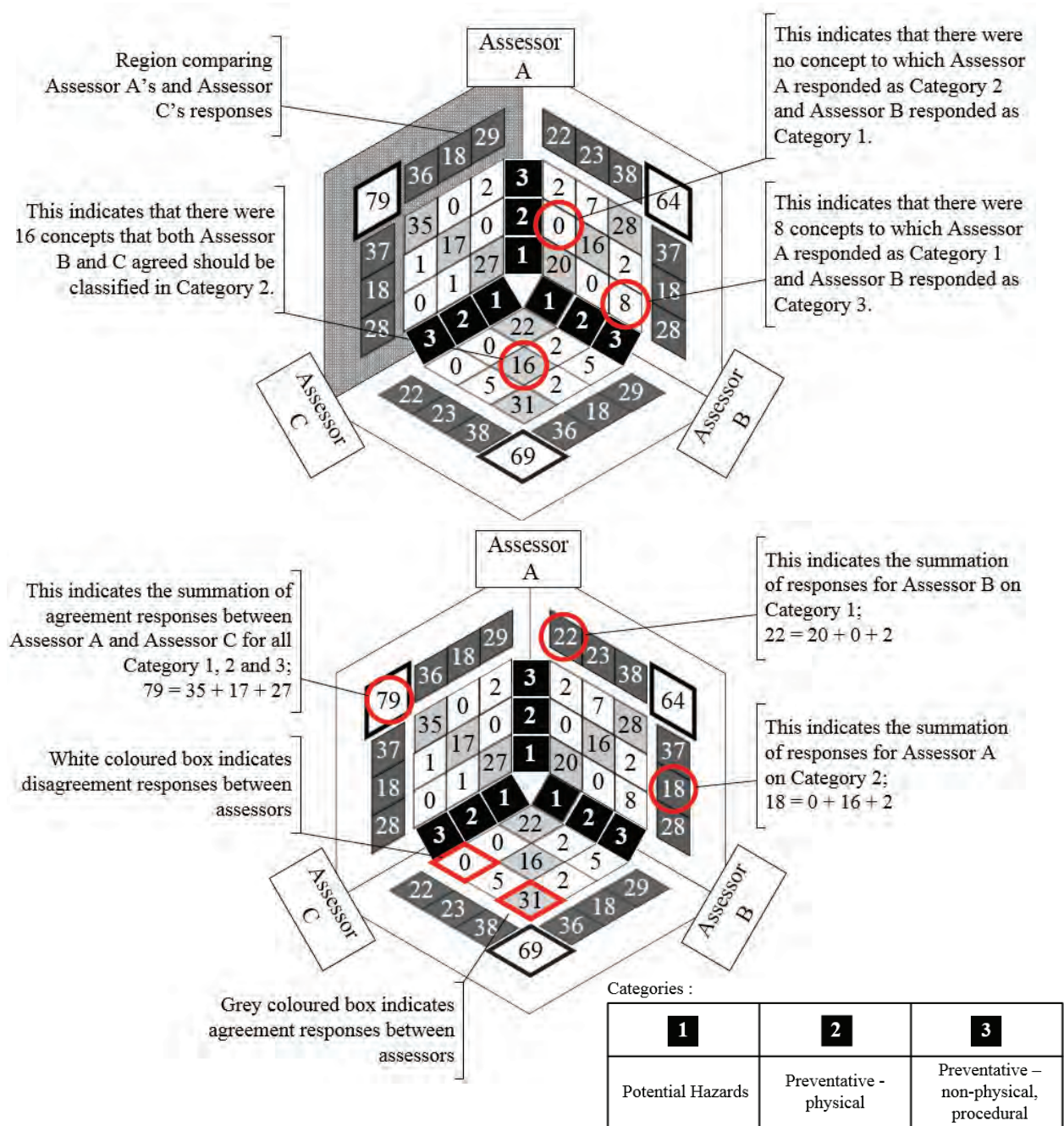
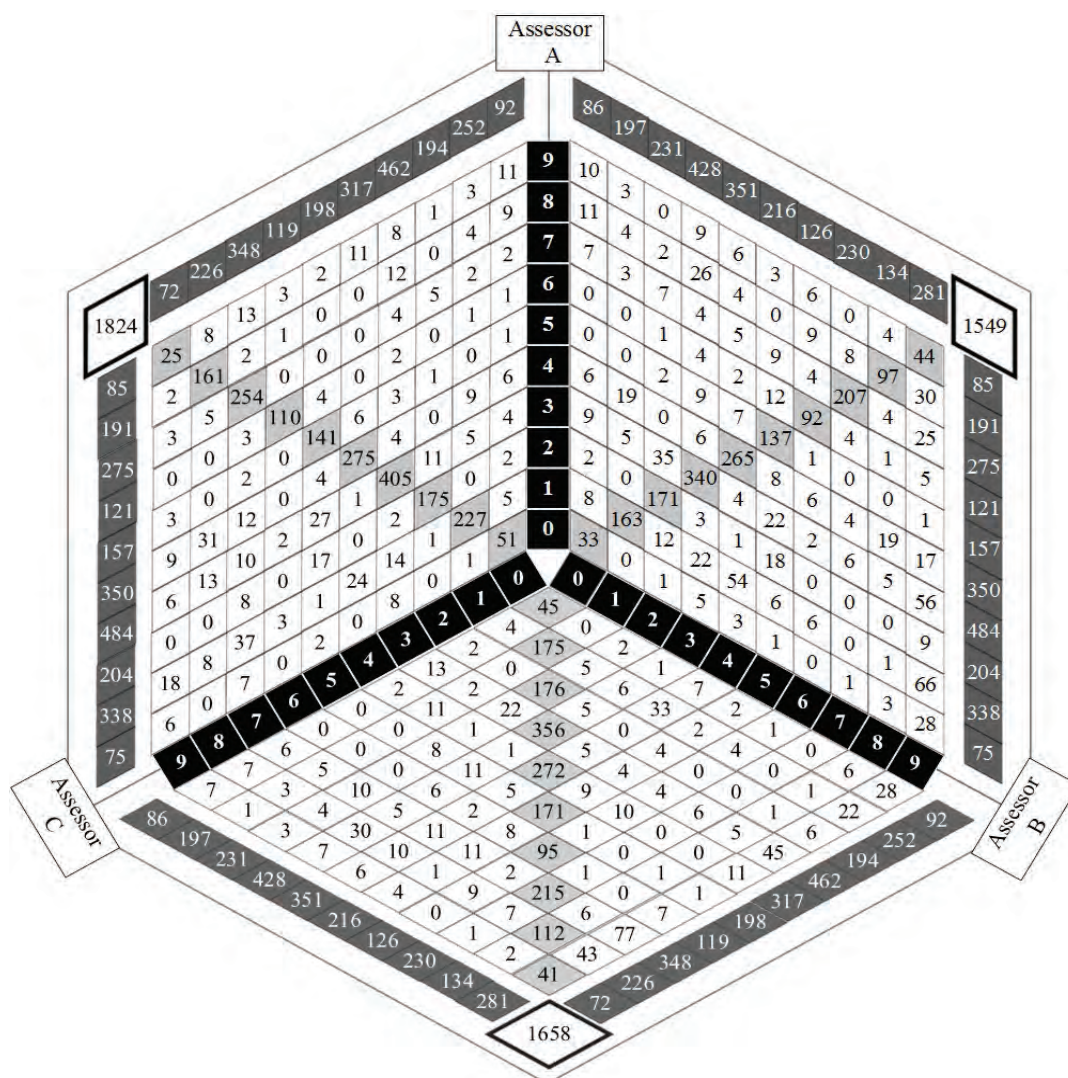


Figure 3: Three-way table of responses between the three assessors



Categories:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Irrelevant/ Unrelated	Potential Hazards	Preventative - physical	Preventative – non- physical, procedural	Consequences and Outcomes	Incident Response	Education and Training	Actors and Objects	Ideal and Values	Others

Figure 4: Three-way table of overall responses of students' concept maps (n=103)

5 Concluding Remarks

Ensuring that chemical engineering students graduate with a sound understand of the importance of process safety is vitally important. Assessing student knowledge around important concepts in process safety can be difficult if the topic is integrated throughout the curriculum without one single subject or unit being a focus. We believe that the use of concept maps is a valuable tool in assessing student and cohort knowledge of process safety. Hence, this would be beneficial to guide instructors in teaching process safety in the future as it able to identify attributes that students may have struggled with in the class.

In developing a method to assess student concept maps for process safety we have developed a new tool. This tool, the three-way table, allows concept map categories and definitions to be better defined by identifying the particular situations when three assessors disagree with how particular concepts should be classified. The tool is an excellent way to focus discussions between the three assessors in order to better define the categories. This novel approach leads to a more robust and reliable taxonomy, and has been successfully applied to the developed a taxonomy for the domain of “process safety”.

References

- Acton, W. H., Johnson, P. J., and Goldsmith, T. E. (1994). Structural knowledge assessment: Comparison of referent structures. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 303 – 311.
- Anderson, T. H., and Huang, S. C. C. (1989). On using concept maps to assess the comprehension effects of reading expository text. *Center for the Study of Reading Technical Report; no. 483*.
- Barenholz, H., and Tamir, P. (1992). A Comprehensive Use of Concept Mapping in Design Instruction and Assessment. *Research in Science and Technological Education*, 10(1), 37–52.
- Besterfield-Sacre, M., Gerchak, J., Lyons, M. R., Shuman, L. J., and Wolfe, H. (2004). Scoring concept maps: An integrated rubric for assessing engineering education. *Journal of Engineering Education*, 93(2), 105-115.
- Beyerbach, B. A. (1988). Developing a technical vocabulary on teacher planning: Preservice teachers' concept maps. *Teaching and Teacher Education*, 4(4), 339-347.
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., Desena, A. T., and Squires, D. A. (1978). Content structure in science instructional materials and knowledge structure in students' memories (Report No. LRD-1978/22). Pittsburgh, PA: Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh.
- Derbentseva, N., Safeyni, F. and Cañas, A. J. (2007). Concept maps experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 448-465.
- Goldsmith, T. E., Johnson, P. J., and Acton, W. H. (1991). Assessing Structural Knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 88–96.
- Heinze-Fry, J. A., and Novak, J. D. (1990). Concept Mapping Brings Long-Term Movement Toward Meaningful Learning. *Science Education*, 74(4), 461–472.
- Hoz, R., Tomer, Y., and Tamir, P. (1990). The Relations between Disciplinary and Pedagogical Knowledge and the Length of Teaching Experience of Biology and Geography Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 973–985.
- Jablokow, K. W., DeFranco, J. F., Richmond, S. S., Piovoso, M. J., and Bilén, S. G. (2015). Cognitive style and concept mapping performance. *Journal of Engineering Education*, 104(3), 303-325.
- Kinchin, I. M., Hay, D. B., and Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, 42(1), 43-57.
- Liu, C. C., Don, P. H., and Tsai, C. M. (2005). Assessment based on linkage patterns in concept maps. *Journal of Information Science and engineering*, 21(5), 873-890.
- Lourdel, N., Gondran, N., Laforest, V., Debray, B., and Brodhag, C. (2007). Sustainable development cognitive map: a new method of evaluating student understanding. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(2), 170–182.
- Mahler, S., Hoz, R., Fischl, D., Tov-ly, E., and Lernau, O. Z. (1991). Didactic use of concept mapping in higher education: applications in medical education. *Instructional Science*, 20(1), 25–47.
- Markham, K. M., Mintzes, J. J., and Jones, M. G. (1994). The Concept Map as a Research and Evaluation Tool: Further Evidence of Validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 91–101.
- McClure, J.R., and Bell, P.E. (1990). Effects of an environmental education-related STS approach instruction on cognitive structures of preservice teachers. University Park, PA: Pennsylvania State University (ED 341 582).

- Nakhleh, M. B., and Krajcik, J. S. (1991). The Effect of Level of Information as Presented by Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, and pH Concepts. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for the Research in Science Teaching*, Lake Geneva, WI. (ED 347 062).
- Novak J. D. and Gowin D.B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Roth, W.-M., and Roychoudhury, A. (1993). The Concept Map as a Tool for the Collaborative Construction of Knowledge: A Microanalysis of High-School Physics Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 503–534.
- Ruiz-Primo, M.A., Schultz, S.E., Li, M. and Shavelson, R.J. (2001). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Ruiz-Primo, M. A. (2004). Examining Concept Maps as an Assessment Tool. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain, 1, 555–563.
- Schmidt, H.J. (2006). Alternative approaches to concept mapping and implications for medical education: Commentary on reliability, validity and future directions. *Advances in Health Sciences Education*, 11, 69-76.
- Schreiber, D. A., and Abegg, G. L. (1991, April 7–10). Scoring student-generated concept maps in introductory college chemistry. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for the Research in Science Teaching*, Lake Geneva, WI. (ED 347 055).
- Segalàs, J., Ferrer-Balas, D., and Mulder, K. F. (2008). Conceptual maps: measuring learning processes of engineering students concerning sustainable development. *European Journal of Engineering Education*, 33(3), 297–306.
- Shallcross, D. C. (2013). Using concept maps to assess learning of safety case studies–The Piper Alpha disaster. *Education for Chemical Engineers*, 8(1), e1-e11.
- Shallcross, D. C. (2015). Concept maps for evaluating learning of process and personal safety. *Paper presented at the Australian Hazards Conference*, Adelaide.
- Shavelson, R.J., Young, D.B., Ayala, C.C., Brandon, P.R., Furtak, E.M., Ruiz-Primo, M.A., Tomita, M.K. and Yin, Y. (2008). On the impact of curriculum-embedded formative assessment on learning: A collaboration between curriculum and assessment developers. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 295-314
- Turns, J., Atman, C. J., and Adams, R. (2000). Concept maps for engineering education: A cognitively motivated tool supporting varied assessment functions. *IEEE Transactions on Education*, 43(2), 164–173.
- Wallace, J. D., and Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033-1052.
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M.A., Ayala, C.C. and Shavelson, R.J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: Implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 166-184.

STRUCTURAL ANALYSIS OF CONCEPT MAPS (AEMC): EVALUATION OF THE PAJITEX MODEL AS A DIDACTIC RESOURCE FOR THE LEARNING OF NUCLEIC ACIDS

(ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE MAPAS CONCEPTUALES (AEMC): EVALUACIÓN DEL MODELO PAJITEX COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE ÁCIDOS NUCLEICOS)

Saulo Hermosillo Marina¹, Pablo González Yoval¹, Viviane Abreu de Andrade²

¹Escuela Nacional Preparatoria, UNAM, México, ²CEFET7RJ Instituto Oswaldo Cruz FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil
Email: saulo@unam.mx, pyoval@unam.mx, kange@uol.com.br

Abstract A learning activity was designed that included the use of the Pajitex model. This is an analog model that allows a student to construct three-dimensional representations of nucleic acids. Their conceptual pertinence was evaluated in relation to the following aspects of DNA: general information, structure, processes and applications. The evaluation was carried out with a group of high school students who studied a subject of Biology. The concept map was used as an assessment tool, based on the Concept Map Analysis of Structures (AEMC). To achieve this, an expert concept map was elaborated, based on some of the learning resources considered in the activity. This concept map was modified by removing most of the concepts, and retaining the phrases links and architecture. This concept map was the one that was provided to the students so that they will complete it with a list of attached concepts. The application was made twice, at the beginning and end of the learning activity. According to the AEMC, the statistical test of χ^2 (chi square) was applied, and the calculation of frequencies and percentages was performed. From the analysis carried out, it is concluded that the Pajitex model is a didactic model that favors the learning of the DNA structure. The completion of the boxes on the first map by students increased from 41% to 84% on the second map. This difference was significant. ($\chi^2 = 29.3$, $gl = 15$, $p > 0.05$). The area in which the Pajitex model had a significant influence was the region of the concept map identified as the DNA structure. According to the results obtained, it is suggested to include as one of the tools of the AEMC, analysis by cognitive areas in the expert map

Resumen. Se diseñó una actividad de aprendizaje que incluyó el uso del modelo Pajitex. Este es un modelo analógico que permite a un estudiante construir representaciones tridimensionales de los ácidos nucleicos. Se evaluó su pertinencia conceptual con relación a los siguientes aspectos del ADN: información general, estructura, procesos y aplicaciones. La evaluación se realizó con un grupo de estudiantes de bachillerato que cursaron una asignatura de Biología. El mapa conceptual fue utilizado como instrumento de evaluación, basándonos en el Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC). Para lograrlo, se elaboró un mapa conceptual experto, con base en algunos de los recursos de aprendizaje considerados en la actividad. A este mapa conceptual se le modificó quitándole la mayoría de los conceptos, y conservando las frases enlaces y la arquitectura. Este mapa conceptual fue el que se proporcionó a los estudiantes para que lo completarán con una lista de conceptos anexa. La aplicación se realizó en dos ocasiones, al inicio y final de la actividad de aprendizaje. De acuerdo con el AEMC, se aplicó la prueba estadística de χ^2 (chi cuadrado), y se realizó el cálculo de frecuencias y porcentajes. Del análisis realizado, se concluye que el modelo de Pajitex es un modelo didáctico que favorece el aprendizaje de la estructura del ADN. El completado de las casillas del primer mapa por los estudiantes paso de 41% a 84% en el segundo mapa. Esta diferencia fue significativa. ($\chi^2 = 29.3$; $gl = 15$, $p > 0.05$). El área en la cual influyó de forma significativa el modelo de Pajitex, fue la región del mapa conceptual identificada como Estructura del ADN. De acuerdo con los resultados obtenidos, se sugiere incluir como una de las herramientas del AEMC, análisis por áreas cognitivas en el mapa experto.

Keywords: Evaluation, DNA model, Biology, AEMC, fill in map.

1 Introducción

El *Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC)* se ha utilizado como una herramienta auxiliar para interpretar y transformar un mapa conceptual en una matriz de asociación o relación. El componente principal de este instrumento se relaciona con la posibilidad de sumar matrices individuales a partir de mapas conceptuales transformados, para obtener una matriz grupal, la cual puede ser utilizada para facilitar diferentes tipos de análisis estadísticos. El AEMC ha sido aplicado para diagnosticar desde ideas previas en estudiantes, hasta valorar el aprendizaje de alumnos sobre contenidos científicos, así como las estrategias didácticas empleadas (González *et al.*, 2004; González *et al.* 2006). Un análisis de investigaciones relativas al AEMC en diferentes áreas del conocimiento se puede localizar en Hermosillo *et al.* (2010).

Una línea de investigación del AEMC es referente al tipo de mapa conceptual que Ruiz-Primo (2004) clasifica como *fill-in-map*, y que González *et al.* (2006) designan como mapa conceptual cerrado. Este tipo de mapa conceptual se fundamenta en la siguiente técnica de elaboración. Un especialista construye un mapa conceptual experto de algún tema. Posteriormente se seleccionan algunos conceptos y/o enlaces, los cuales son suprimidos del mapa experto. El mapa conceptual experto modificado es proporcionado al estudiante para que complete las piezas faltantes mediante una lista de conceptos y/o frases enlaces; la lista de piezas evita problemas de equivalencia

semántica entre los elementos propuestos por el mapa experto y el alumno (Hernández, 2005). En este caso, la matriz grupal de conceptos se obtiene al concentrar la información de cada mapa conceptual cerrado que fue completado por cada estudiante. La información que proporciona el mapa conceptual grupal y la matriz de conceptos permite determinar frecuencias de mención de cada concepto ya sea por azar o por certidumbre y contrasta hipótesis de tendencias o patrones (González *et al.*, 2006; Hermosillo, *et al.* 2014). Recientemente se han realizado capturas digitales de los mapas cerrados que permita obtener matrices de conceptos de forma mas eficiente, (González *et al.*, 2016).

El AEMC ha sido empleado para evaluar representaciones tridimensionales (Hermosillo *et al.*, 2014), investigación en la cual se compararon modelos analógicos y digitales de la estructura del operón, un modelo del funcionamiento de los genes. Para este trabajo, analizaremos la comprensión de la estructura y función del ácido desoxirribonucleico (ADN) empleando el modelo didáctico Pajitex (Abreu de Andrade *et al.*, 2011). Este modelo analógico permite hacer representaciones tridimensionales de ácidos nucleicos. El modelo de la molécula de ADN fue propuesto por James Watson y Francis Crick en 1953 con la publicación de su artículo en la revista *Nature*. El modelo consta de una doble cadena de polinucleótidos en forma de una escalera de caracol o hélice. Cada cadena tiene un eje azúcar-fosfato que corresponde al pasamanos de la escalera y los escalones están representados por las uniones de bases nitrogenadas que son: adenina con timina y guanina con citosina. También se pueden representar cadenas de ARN que son sencillas y se sustituye la timina por uracilo, (Watson y Berry, 2003) El modelo original fue construido con material metálico, representando cada una de sus partes. En el caso de Pajitex, se intenta hacer una representación general de la estructura del ADN, sustituyendo lo metálico por material reutilizable de bajo costo, que sirva como modelo didáctico en las escuelas.

Por lo general, la comprensión de estructuras moleculares constituye un problema recurrente en la enseñanza de las ciencias, por la carga cognitiva abstracta del contenido. Castro (2011) considera que estas dificultades se pueden afrontar mediante la construcción y comprensión de modelos. La modelización es una de las estrategias recurrentes en la enseñanza de la biología. La enseñanza de la biología molecular utiliza modelos mecanicistas que permite explicar y entender aquello que no se puede observar a simple vista, tal es el caso de las estructuras moleculares. Márquez y Sarda (2008), consideran que es importante utilizar maquetas en el estudio de los seres vivos. Señala que el proceso de construir maquetas requiere el uso de un lenguaje representacional no verbal ayuda a concretar ideas y tomar decisiones sobre recursos que permiten construir al modelo. La tridimensionalidad es otro aspecto que favorece el planteamiento de preguntas diferentes y la problematización de aspectos espaciales. Asimismo, la construcción de la maqueta en grupo promueve una comunicación efectiva entre el alumnado, ya que debe tomar decisiones en relación con una problemática común.

En síntesis, en este trabajo se utilizó el AEMC como instrumento de evaluación del modelo didáctico denominado *Pajitex*, el cual permite a un estudiante construir moléculas de ADN y/o ARN con material reutilizable. La ventaja de utilizar este modelo didáctico es facilitar la comprensión de una temática que se considera difícil en la enseñanza de las ciencias, que es la genética y su relación con la síntesis de proteínas. La idea de emplear a *Pajitex* es contribuir a que, mediante el proceso de construcción de la molécula de ADN y/o ARN, el alumno pueda representar y trabajar en tres dimensiones y de forma dinámica, algunos conceptos relacionados con la estructura y función de los ácidos nucleicos. Por lo cual, el propósito de este trabajo es analizar y comentar los resultados obtenidos al evaluar, por medio del AEMC, el modelo de *Pajitex*, el cual fue aplicado a estudiantes de bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). De forma consecutiva, el valorar si este tipo de aprendizaje, mediado por la construcción de modelos, en que proporción se refleja en el completado del mapa conceptual experto.

2 Metodología

2.1 Aplicación del Modelo para la Construcción de la Molécula de ADN

La muestra estudiantil que participó en esta investigación estuvo constituida por 16 estudiantes, 10 mujeres y 6 hombres, cuya edad osciló entre los 17 y 18 años. Los alumnos estuvieron inscritos en la asignatura de Temas Selectos de Biología, la cual está ubicada en el último grado del bachillerato en el plantel 2 de la ENP, institución que forma parte del sistema de educación media superior de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La asignatura incluye como uno de sus contenidos el tema de Genética Molecular en la unidad de estudios: Interacción: Bioquímica, Ingeniería Genética y Biotecnología. Se considera prioritario el concepto de

estructura y función del ADN para abordar aplicaciones en la ingeniería genética, terapia génica, biotecnología y medicina (ENP, 1996).

Abreu de Andrade *et al.* (2011) precisan en su descripción del modelo Pajitex que es “...un modelo didáctico tridimensional para la enseñanza de ácidos nucleicos (ADN y ARN) a partir de materiales de bajo coste, como: pajitas de refresco, tijeras, elástico látex y aguja; de simple manipulación y de fácil adquisición en el mercado” (p.115). Destacan la importancia del uso de este modelo en la enseñanza de conceptos relacionados con ácidos nucleicos y problemáticas asociadas a la replicación semiconservativa de la molécula de ADN, transcripción, recombinación genética, transgénicos y terapia genética, entre otros.

En la figura 1 se muestra el modelo de Pajitex que fue modificado y elaborado por los alumnos de esta muestra de estudio. Entre las adaptaciones al modelo original destaca la referente a incluir botones o botonaduras que representan la molécula de desoxirribosa, y cuentas de madera que corresponden a los grupos fosfato. El modelo original representa estas estructuras solo con amarres en el hilo elástico.

2.2 Desarrollo de la Estrategia

Se diseñó una actividad de aprendizaje para los alumnos sustentada en el uso del modelo Pajitex en el salón de clases. El encuadre de la actividad se realizó mediante una entrada de blog que permitió describir el desarrollo de esta (<http://biologiavenp2.blogspot.mx/2018/04/que-es-el-adn.html>). Fue durante esta sesión que se aplicó por primera vez el mapa conceptual cerrado, aspecto que se detalla en párrafos posteriores. También en esta sesión se conformaron equipos de tres integrantes y se les planteó preguntas foco relacionadas con la molécula de ADN. Dichas preguntas fueron: ¿Qué es el ADN?, ¿Cuál es la estructura del ADN?, ¿Cuál es la función del ADN? y ¿Cuál es su importancia en diversos campos como el médico o alimenticio?, las cuales sirvieron como base en el desarrollo de la actividad de aprendizaje.

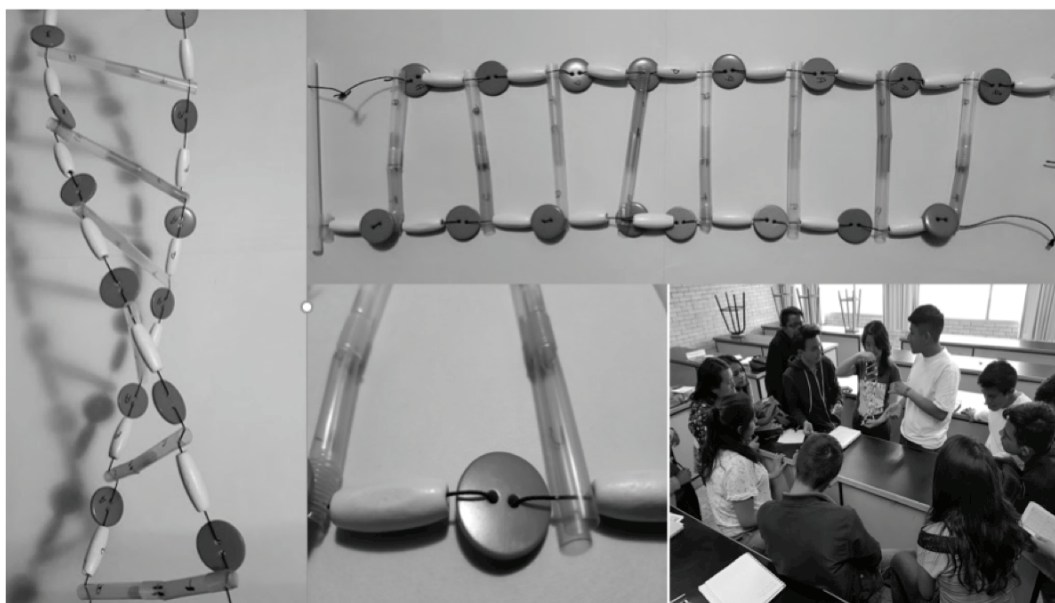


Figura 1. Modelo Pajitex para la construcción de una molécula de ADN. Se presentan adaptaciones al modelo original en la forma de representar la desoxirribosa (botón) y el grupo fosfato (cuenta de madera). Los alumnos lo utilizaron para entender la estructura del ADN.

En la siguiente sesión se proyectaron en el aula dos videos introductorios y de esta forma comunicar de forma audiovisual los antecedentes y descripción de la estructura del ADN. Estos videos fueron incluidos posteriormente en otra entrada del blog. A continuación, se proporcionó a cada equipo los materiales necesarios para construir las moléculas de ADN sugeridos en el modelo Pajitex. La instrucción a los estudiantes fue que utilizaran la información

de los vídeos como guía en la construcción de las moléculas de ADN. El tiempo empleado, incluida la proyección de los vídeos y la construcción del modelo, fue de dos sesiones de 50 minutos cada una.

En una segunda etapa, los alumnos observaron en el aula tres videos que describen procesos y aplicaciones de la molécula del ADN: Duplicación, Transcripción, Transgénicos y Terapia Génica. Los vídeos fueron incluidos en el blog una vez que fueron proyectados. A cada equipo se le asignó una temática, y se solicitó que la explicaran haciendo uso del modelo Pajitex que construyeron. La actividad permitió que se hiciera uso del modelo y que, mediante una discusión grupal, los alumnos entendieran las características de las problemáticas asociadas a algunas de las tecnologías derivadas del conocimiento del ADN.

2.3. Diseño del Mapa Conceptual y Aplicación del AEMC

Se elaboró un mapa conceptual experto a partir de los 2 videos introductorios. El mapa conceptual experto incluyó 28 conceptos (figura 2), a partir del cual se elaboró un mapa conceptual cerrado para aplicación, que conservó cinco conceptos como organizadores previos, las frases enlaces y la arquitectura del mapa conceptual experto (figura 3). A este mapa conceptual cerrado modificado se le añadió una lista de 30 conceptos en orden alfabético, que incluyó 23 conceptos del mapa experto y siete conceptos distractores. Este fue el mapa conceptual modificado, a partir del experto, que le fue proporcionado a cada estudiante para completar, como se aprecia en la figura 3. Esta idea de utilizar los conceptos y frases enlaces como organizadores previos ya ha sido aplicada en otras investigaciones (consultar Hermosillo *et al.*, 2010), y parte de la premisa de emplearlos como “puentes cognitivos”, como lo expresa Moreira (2008:24), al interpretar a Ausubel, que “la principal función del organizador previo es la de servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que él debía saber con el fin de que el nuevo material pudiera ser aprendido de forma significativa”.

El mapa conceptual modificado se proporcionó a cada alumno en dos momentos para que lo completaran. La primera aplicación fue al inicio de la primera sesión, antes del encuadre. Los alumnos ya tenían la habilidad, por actividades previas en el curso, para completar este tipo de mapa conceptual. La segunda aplicación se realizó al final del trabajo, posterior a la presentación y discusión grupal de las temáticas asociadas a la molécula de ADN, haciendo uso del modelo Pajitex. El tiempo de duración de la aplicación de las plantillas fue de 30 minutos, aproximadamente en cada momento

Para el análisis de resultados, de acuerdo con el AEMC, se realizó el cálculo de frecuencias y porcentajes. Asimismo, se aplicó la prueba de χ^2 (chi cuadrado) en algunos casos, detallados en los resultados, para establecer si hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) con base en las tablas de χ^2 de Steel y Torrie (1993).

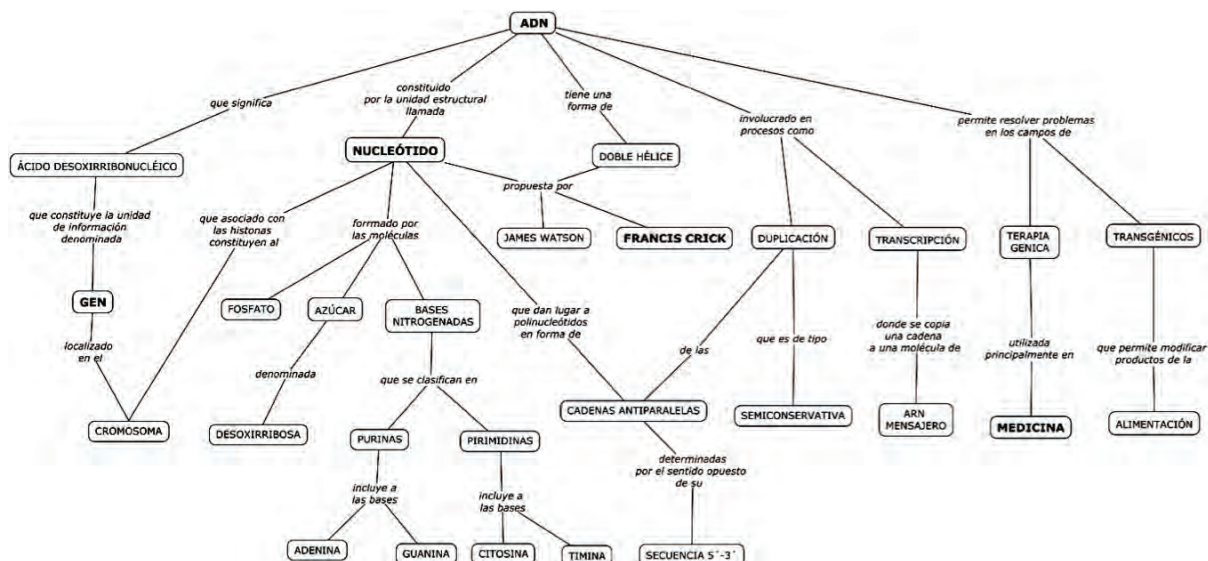


Figura 2. Mapa conceptual cerrado experto elaborado con base en los dos primeros vídeos proyectados a los estudiantes. Las casillas con negritas corresponden a los conceptos que permanecieron en el mapa conceptual proporcionado a los estudiantes.

DIAGNOSTICO SOBRE EL TEMA: ¿QUÉ ES EL ADN?

Nombre del alumno: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES: A continuación, se te proporciona un mapa conceptual que deberás llenar, haciendo uso de la lista de conceptos que se ubica a la izquierda de la hoja. No es necesario llenarlo completamente, solamente aquello que recuerdes y consideres que es correcto.

LISTA DE CONCEPTOS:

1. ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEÍCO
2. ÁCIDO RIBONUCLEÍCO
3. ADENINA
4. ALIMENTACIÓN
5. AMINOÁCIDOS
6. ARN MENSAJERO
7. AZÚCAR
8. BASES NITROGENADAS
9. CADENAS ANTIPARALELAS
10. CITOSINA
11. CONSERVATIVA
12. CROMOSOMA
13. DESOXIRRIBOSA
14. DOBLE HÉLICE
15. DUPLICACIÓN
16. FOSFATO
17. GUANINA
18. JAMES WATSON
19. PIRIMIDINAS
20. PURINAS
21. RIBOSA
22. ROSALIN FRANKLIN
23. SECUENCIA 5'-3'
24. SEMICONSERVATIVA
25. TERAPIA GENICA
26. TIMINA
27. TRADUCCIÓN
28. TRANSCRIPCIÓN
29. TRANSGÉNICOS
30. URACILO

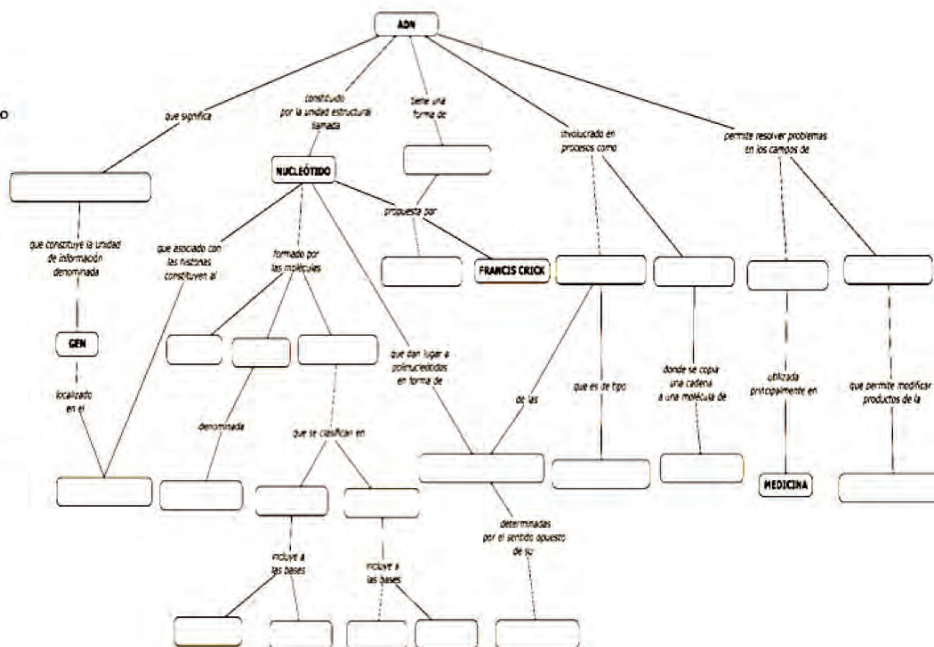


Figura 3. Mapa conceptual experto modificado que fue el que se proporcionó a los estudiantes. Se destacan cinco conceptos como organizadores previos y una lista de 30 conceptos a elegir por los alumnos para ser colocados en las casillas.

3 Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados de las frecuencias y porcentajes de aciertos antes y después de aplicar el modelo de Pajitex. El número de la muestra es de 16 mapas conceptuales, y los conceptos a completar fueron 23. Al aplicar la prueba estadística de χ^2 se encontró que hubo diferencias significativas en el completado de las casillas antes y después de la aplicación del modelo de Pajitex ($\chi^2 = 29.3$; $gl = 15$, $p > 0.05$). Lo anterior lo interpretamos en el sentido de que la actividad realizada con el modelo Pajitex, favoreció el que una proporción de estudiantes pudiesen completar de forma más adecuada el mapa conceptual, como muestran los datos de la tabla 1.

Frecuencias y porcentaje de conceptos completados correctamente por los estudiantes de acuerdo con el mapa experto	Antes de aplicar el modelo Pajitex	Después de aplicar el modelo Pajitex	Diferencia entre antes y después de aplicar el modelo Pajitex
Frecuencia mínima	4	11	7
Frecuencia máxima	16	22	6
Promedio de frecuencia	9.5	18.8	9.3
Porcentaje de frecuencia	41	81.8	40.8

Tabla 1 Frecuencias y promedios de los mapas conceptuales completados por los alumnos antes y después de la aplicación del modelo Pajitex. El número de mapas resueltos fue de 16 en cada aplicación, y los conceptos correctos, de acuerdo al mapa conceptual experto fue de 23. La diferencia en la frecuencia de completado fue significativa antes y después de aplicar el modelo ($\chi^2 = 29.3$; $gl = 15$, $p > 0.05$).

Al analizar los 23 conceptos, por medio de la prueba de χ^2 , se encontró que, con excepción de cuatro conceptos, los 19 restantes presentaron diferencia significativa en la frecuencia de completado antes y después de la aplicación del modelo. En la tabla 2 se muestran los datos de los conceptos que no presentaron una diferencia significativa. Esto sugiere, por los valores de completado en ambas aplicaciones, que el concepto de *Ácido ribonucleico* ya era manejado por los alumnos antes de la aplicación del modelo Pajitex. En el caso de los conceptos de *James Watson* y *Transcripción*, estos eran manejados por los estudiantes (75% y 56.2% respectivamente), pero la actividad con el modelo Pajitex no modificó la proporción de completado; nula en el concepto de *James Watson*, y escasa en el concepto de *Transcripción* (6.3%). El concepto de *Semiconservativa* no fue identificado por la mayoría de los estudiantes, ni antes ni después de la aplicación del modelo Pajitex (93.8%).

Conceptos que no presentaron diferencia significativa	Frecuencia (porcentaje) antes de aplicar el modelo Pajitex	Frecuencia (porcentaje) después de aplicar el modelo Pajitex	χ^2 calculado < χ^2 tablas gl = 1, p > 0.05
Ácido desoxirribonucleico	16 (100 %)	16 (100 %)	0 < 3.8
James Watson	12 (75 %)	12 (75 %)	0 < 3.8
Transcripción	9 (56.2 %)	10 (62.5 %)	0.1 < 3.8
Semiconservativa	1 (6.2 %)	1 (6.2 %)	0 < 3.8

Tabla 2 Frecuencias y porcentajes de los conceptos que no registraron una diferencia significativa en el completado correcto del mapa conceptual, antes y después de la aplicación del modelo Pajitex. La tabla de contingencia de 2 x 2 fue ajustada de acuerdo lo sugerido por Steel y Torrie (1993) para frecuencias de datos menores a 5 para el 20% de las casillas.

Al analizar el mapa conceptual experto, como en la investigación del modelo de operón de Hermosillo *et al.* (2004), se ubicaron tres categorías o regiones que serían las siguientes: *Información General* (figura 4), *Estructura del ADN* (figura 5), y *Procesos y Aplicaciones* (figura 6).

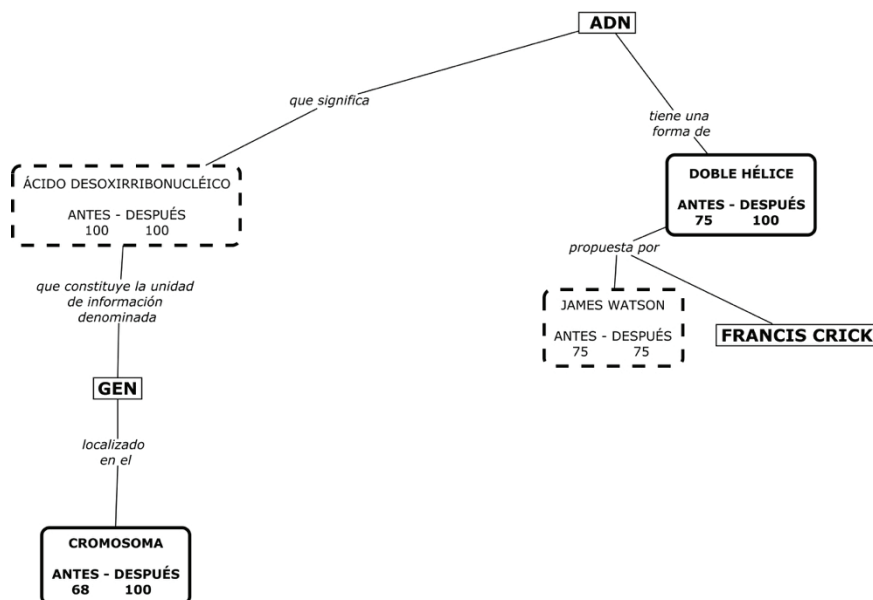


Figura 4. Región del mapa conceptual experto denominada como *Información General* que muestra los porcentajes de completado para cada concepto antes y después de la aplicación del modelo de Pajitex. Los conceptos encerrados con línea intermitente fueron *no significativos*, en tanto que los conceptos encerrados con línea continua fueron significativos para la prueba de χ^2 (gl= 1, p > 0.05).

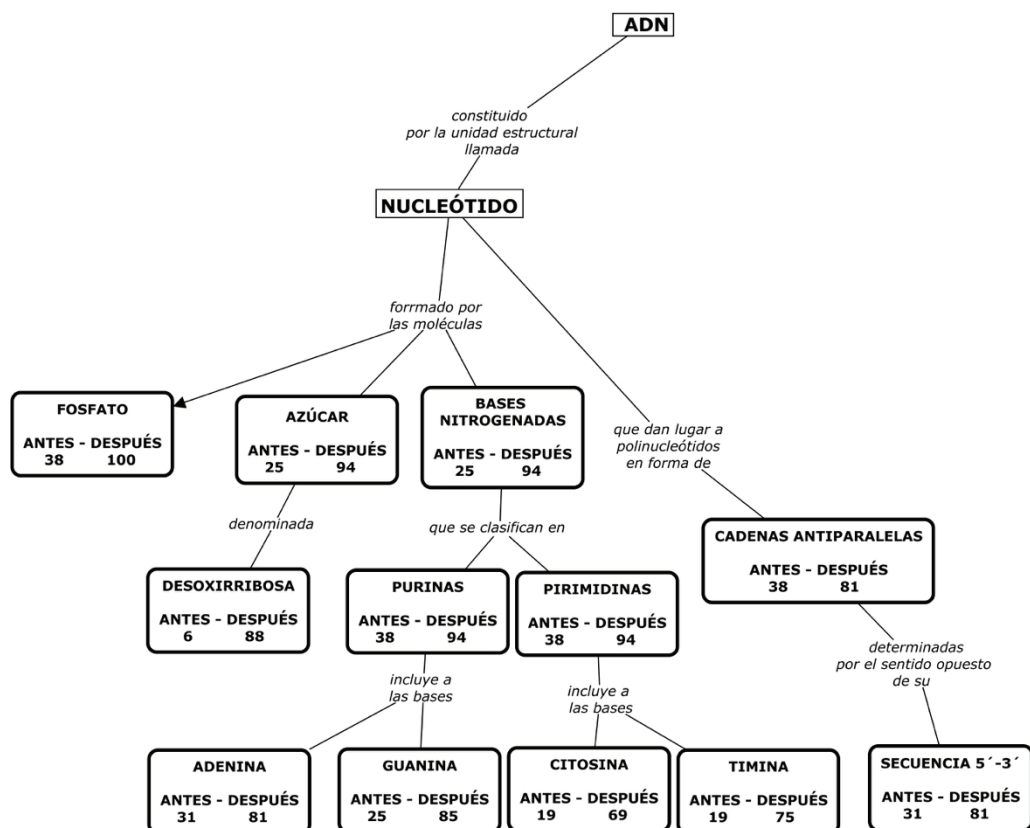


Figura 5. Región del mapa conceptual experto denominada *Estructura del ADN* que muestra los porcentajes de completado para cada concepto antes y después de la aplicación del modelo de Pajitex. Todos los conceptos presentaron diferencia significativa para la prueba de χ^2 ($gI= 1$, $p > 0.05$).

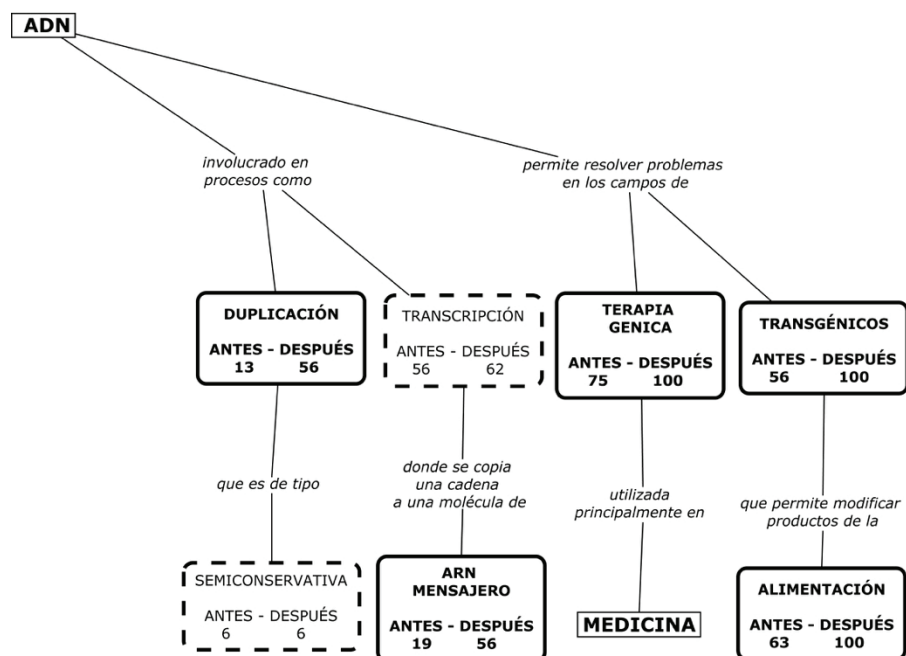


Figura 6. Región del mapa conceptual experto denominada *Procesos y aplicaciones* que muestra los porcentajes de completado para cada concepto antes y después de la aplicación del modelo de Pajitex. Los conceptos encerrados con línea intermitente fueron no significativos, en tanto que los conceptos encerrados con línea continua fueron significativos para la prueba de χ^2 ($gI= 1$, $p > 0.05$).

Con base en estas categorías se procedió a realizar análisis. Los datos de frecuencia y porcentaje se muestran en la tabla 3 y los resultados de las pruebas estadística en la tabla 4.

Regiones del mapa conceptual (número de conceptos que agrupa la categoría)	Frecuencia (porcentaje) de casillas completadas correctamente antes de aplicar el modelo Pajitex	Frecuencia (porcentaje) de casillas completadas correctamente después de aplicar el modelo Pajitex	Diferencia [Frecuencia (porcentaje)] de casillas completadas correctamente entre antes y después de aplicar el modelo Pajitex
Información general (4 conceptos)	51 (79.7 %)	60 (93.8 %)	9 (44.1%)
Estructura del ADN (12 conceptos)	53 (27.6 %)	165 (85.9 %)	112 (58.3%)
Procesos y aplicaciones (7 conceptos)	47 (41.1 %)	77 (88.8 %)	30 (27.7%)

Tabla 3 Frecuencias y porcentajes de completado de las casillas del mapa conceptual, antes y después de la aplicación del modelo Pajitex, agrupados con base en las categorías en las cuales se clasificó el mapa conceptual experto.

Categorías involucradas en la prueba estadística de χ^2	Resultado de la prueba χ^2
a) Información general, b) Estructura del ADN, c) Procesos y aplicaciones.	16.9, (gl=2, $p > 0.05$) <i>significativa</i>
a) Información general y b) Estructura del ADN,	15.9, (gl=1, $p > 0.05$) <i>significativa</i>
a) Información general, c) Procesos y aplicaciones	2.6, (gl=1, $p > 0.05$) <i>no significativa</i>
b) Estructura del ADN, c) Procesos y aplicaciones.	6.3, (gl=1, $p > 0.05$) <i>significativa</i>

Tabla 4. Resultados de la prueba χ^2 ; primero entre las tres categorías y después por parejas de categorías.

La interpretación a los datos de las tablas 3 y 4 es que las categorías fueron influenciadas de forma diferente por el modelo de Pajitex. La categoría, Estructura del ADN, fue la que registro un incremento significativo del completado de las casillas del mapa conceptual proporcionado a los estudiantes, e incluso al compararla con las otras dos categorías, Información general, Procesos y aplicaciones.

Desde esta perspectiva, los análisis anteriores del completado del mapa conceptual corroboran que el modelo de Pajitex contribuye de forma significativa a facilitar el aprendizaje de la estructura del ADN. Sin embargo, también sugieren estos análisis que es necesario modificar los recursos o las actividades para que lograr el aprendizaje de algunos de los procesos en los que interviene el ADN, cómo es el de transcripción. Quizá en ese sentido el mapa conceptual debiera incluir más conceptos asociados a este proceso, así como del tipo de duplicación, y no tanto del concepto semiconservativa. Por último, el concepto de Ácido desoxirribonucleico estuvo presente en la estructura cognitiva de los estudiantes que completaron el mapa conceptual, por lo cual debe incluirse como organizador previo en el mapa conceptual a resolver por los estudiantes.

4 Conclusiones

La aplicación del AEMC permitió establecer análisis estadísticos que corroboraron que el modelo de Pajitex es un modelo didáctico que favorece el aprendizaje de algunos conceptos relacionados con la estructura del ADN. Asimismo, la estrategia de dividir el mapa conceptual experto por regiones de conocimiento facilitó la interpretación

de los resultados, y que esta correlacionada y sustentada con el análisis estadístico de concepto por concepto. De esta forma, una contribución al AEMC sería el utilizar análisis, por regiones cognitivas, en mapas expertos.

Referencias

- Abreu de Andrade, V., & Castello Branco da Cunha, K., & Vianna Barbosa, J. (2011). "Pajitex": Una Propuesta de Modelo Didáctico para la Enseñanza de Ácidos Nucleicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (1), 115-124.
- Castro, M. J. (2011). El Modelo del Operon LAC 1 50 Años Después. ¿Qué Implicaciones tiene en la Enseñanza de la Biología Hoy? *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 4, 7: 100-110. Recuperado el 9 de mayo de 2018 en: revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/809/1737
- ENP (1996) *Programa de Temas Selectos de Biología*. ENP-UNAM. Recuperado el 11 de mayo de 2018 en: <http://www.dgenp.unam.mx/planesdeestudio/sexta/1711.pdf>
- González Yoval, P., Hermosillo Marina, S., Chinchilla Sandoval, E., García del Valle, L. & Verduzco Martínez, C. (2004). Valoración Cuantitativa para Evaluar Mapas Conceptuales. In Cañas, A.J., Novak, J. D., y González Fermín (eds). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Vol. 1. (pp. 289- 294) Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- González Yoval, P., Hermosillo Marina, S., Chinchilla Sandoval, E., García del Valle, L. & Martínez, L. (2006). Aplicación de la Técnica de Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC) en un Contexto de Educación CTS. In Cañas, A. J., Novak, J. D., Eds. (2006). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. Vol. 1. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. pp. 40-47.
- González Yoval, P., Hermosillo Marina, S., & García del Valle, L. (2016). AEMC: Procedimiento para Incrustar un Mapa Conceptual en Formularios Asociados a una Hoja de Cálculo (FORCAL-MAP). *Innovating with Concept Mapping Proc. of the Seventh Int. Conference on Concept Mapping Tallinn, Estonia*. Recuperado el 7 de mayo de 2018 en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2016papers/cmc2016-p116.pdf>
- Hermosillo, S., González, P., García, L. & Martínez, I. E. (2010). Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC): Revisión de la Evidencia Empírica de 2004 al 2010. En J. Sánchez, A. J. Cañas y J. D. Novak (Eds.) *Concept Maps: Making Learning Meaningful Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping*. Santiago de Chile: Universidad de Chile-Lom Ediciones.
- Hermosillo, S., González, P. y García, L. (2014). Análisis Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC): Valoración Cuantitativa de la Comprensión del Modelo de Operón en Estudiantes de Bachillerato. En In P. Correia, M. E. I. Malachias, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds), *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping*, Santos, Brazil: Universidade de São Paulo. Recuperado el 11 de mayo de 2018 en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2014Proceedings/cmc2014%20-%20Vol%201.pdf>
- Hernández Forte, V. (2005). *Mapas Conceptuales. La Gestión del Conocimiento en la Didáctica*. México: Alfaomega.
- Márquez B, C. & Sarda J., A. & (2008). El Uso de Maquetas en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Sistema Nervioso. *Revista Alambique* (58), 67-76.
- Moreira, M. A. (2008) Organizadores Previos y Aprendizaje Significativo. (Advanced Organizers and Meaningful Learning). *Revista Chilena de Educación Científica*, 7 (2), 23-30.
- Ruiz-Primo, M. A. (2004). Examining Concept Maps as an Assessment Tool. En A. J. Cañas, J. D. Novak, y F. González (editores). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Vol. 1. (pp. 555-562) Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.
- Steel, R. & Torrie, J. (1993). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Mc. Graw Hill. México.
- Watson, J. & Berry, A. (2003) *ADN, el Secreto de la Vida*. Taurus. España.

APRENDIZAJE DE COMPETENCIAS CIUDADANAS CON MAPAS CONCEPTUALES. UN APOORTE AL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS SEGÚN LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

(LEARNING THE SKILLS OF CITIZENSHIP WITH CONCEPT MAPS. A CONTRIBUTION TO CRITICAL THINKING SKILLS THROUGH PROBLEM BASED LEARNING BASED ON LEARNING STYLES)

Ange Danielle Baumgartner

Maestría en Educación Virtual Universidad Minuto de Dios, Colombia

Secretaría de Educación de Bogotá, Colombia

Email: adaniellebaumgartner@gmail.com.co; abaumgartne@uniminuto.edu.co

Abstract. Research carried out with 10th and 11th grade students in a Bogotá public school. Quantitative research was implemented a 4 x 4 design of two variables: learning styles and knowledge representation systems. The participants were classified by applying the VARK learning style inventory; according to learning styles they were classified in Visual, Aural, Read/write, Kinesthetic. The knowledge representation systems used during the research were concept maps, mind maps, computer graphics and timeline. The objective of the research was to determine if there are significant differences in the conceptual transfer between students according to their learning styles and their knowledge representation systems used in the study of citizenships skills, using SABER 11° examinations as strengthening resources. The study revealed that 52% of the students were kinesthetic. The knowledge representation systems that allow students got the best findings were concept maps and timelines, although the results were not significant.

Keywords: concept mapping, learning styles, citizenships, problem based learning.

Resumen. Investigación realizada con estudiantes de grado 10° y 11° en un colegio distrital de Bogotá. En la investigación cuantitativa se implementó un diseño 4x4 de dos variables: estilos de aprendizaje y sistemas de representación de conocimiento. Los participantes se clasificaron aplicando el inventario de estilos de aprendizaje VARK, de acuerdo con los estilos de aprendizaje se clasificaron en visuales, auditivos, lectoescritores y kinestésicos. Los sistemas de representación del conocimiento utilizados en la investigación fueron mapas conceptuales, mapas mentales, gráficos de computador y línea de tiempo. El objetivo de la investigación fue determinar si existen diferencias significativas en la transferencia conceptual entre los estudiantes según sus estilos de aprendizaje y sus sistemas de representación de conocimiento utilizados en el estudio de las habilidades de ciudadanía, utilizando los exámenes SABER 11° como recursos de fortalecimiento. El estudio reveló que el 52% de los estudiantes eran kinestésicos. Los sistemas de representación del conocimiento que permitieron a los estudiantes obtener los mejores resultados fueron los mapas conceptuales y líneas de tiempo, aunque las diferencias entre resultados no fueron significativas.

Palabras clave: mapas conceptuales, estilos de aprendizaje, competencias ciudadanas, aprendizaje basado en problemas.

1 Introducción

El desarrollo de las competencias políticas en los sujetos, los cualifican para participar en la vida democrática y no solo para conocerla. Estos conocimientos les permiten, además de entender la ciudadanía, pensar y actuar como ciudadanos (Davies, 2003). En el contexto del postconflicto colombiano, algunas preguntas que reflejan preocupaciones auténticas en los espacios educativos son ¿cómo mejorar los desempeños de las competencias ciudadanas y las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes de secundaria?, ¿cómo aprovechar las aplicaciones y desarrollos informáticos para aportar en las bases del conocimiento en el desarrollo de las competencias ciudadanas?, ¿cómo generar una estrategia pedagógica pertinente para la conceptualización de las competencias ciudadanas desde el aprendizaje autónomo?

Estudiar la influencia de actividades para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en el ámbito del conocimiento dentro de las competencias ciudadanas, da cuenta del desarrollo literal, inferencial y crítico y la transferencia (Saiz & Rivas, 2008) de los conocimientos de los estudiantes a sus escenarios de decisión y participación. Este trabajo es una aproximación al conocimiento de cómo es posible construir competencias ciudadanas a través de estrategias multinivel a partir de la estructuración de conocimientos (Not, 1983) con sistemas de representación tipo mapa conceptual, línea de tiempo e infografía.

2 Diseño de la Estrategia ABP

Para la investigación la estrategia ABP fue una estrategia mixta, presencial y virtual, mediada a través de la plataforma Claroline, con un documento guía tipo rúbrica (Hansson, Svensson & Strandberg, 2014), sobre el desarrollo histórico y conceptualización de las ideas políticas, que incluye en su estructuración del pensamiento crítico los niveles literal, inferencial y crítico (Priestley, 1996), análogos a los posteriormente estructurados y profundizados por Saiz (2016) argumentación, razonamiento causal y lógico, y explicación y causalidad, y toma de decisiones (Ver Tabla1).

Relación según niveles de desarrollo, estrategias y productos de la estrategia ABP

Desarrollo del pensamiento crítico	Actividades de la estrategia	Productos
Nivel literal	Conceptos y descripción de contextos	Consultas referenciadas Dibujos
Nivel inferencial	Sistemas de representación de conocimiento	Mapa conceptual Línea de tiempo
Nivel crítico	Evaluación de ideas políticas	Infografías Artículo periodístico Propuestas de acción y campañas del gobierno escolar

Tabla 1. Estructura de contenidos de la estrategia ABP.

Durante el desarrollo de la estrategia, los sujetos tuvieron cinco momentos para la construcción de sus aprendizajes: motivación, trabajo individual, trabajo en grupos, evaluación y retroalimentación. A través de una programación semanal se generó un proceso de 15 semanas con una intensidad horaria de 110 minutos a la semana y una propuesta de horas de trabajo autónomo en casa de 55 minutos por semana.



Figura 1. Producto nivel inferencial sobre Constitución Política Colombiana.

Se plantearon retos sobre gobierno escolar, constitución política colombiana, conceptos políticos, historia de las ideas políticas, proceso de paz y post conflicto. Estos retos se basaron en los campos propuestos por la prueba estandarizada estatal SABER 11 (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2017): pensamiento social, interpretación y análisis de perspectivas y pensamiento reflexivo y sistémico, en relaciones que deben plantearse del modo competencia – afirmación – evidencia, según los niveles de desarrollo de pensamiento crítico pertinentes.

En las actividades de sistemas de representación de conocimiento, nivel inferencial, a partir de las consultas referenciadas producidas en el momento del nivel inferencial, los estudiantes trabajaron para producir en primera instancia los mapas conceptuales de los conceptos centrales, en este caso, estructura de la Constitución Política

Colombiana, participación ciudadana, grupos étnicos, entre otros. Posteriormente, se evaluaban entre compañeros los mapas de conceptos básicos que evidenciaban relaciones estáticas de inclusión, membresía común, intersección y similitud, las discutían, e iniciaban la discusión de las posibles formas más adecuadas de articulación entre los conceptos.

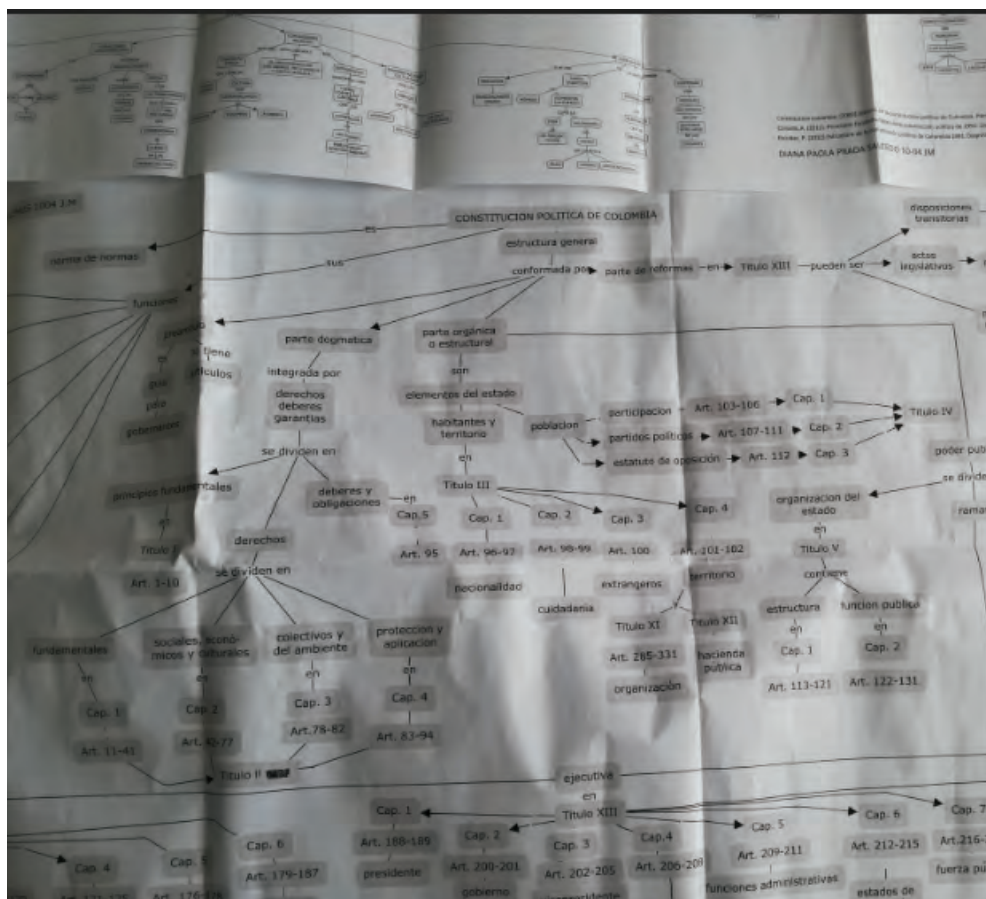


Figura 2. Mapas conceptuales de los conceptos centrales sobre la estructura y principios del sistema político colombiano. Se evidencian relaciones estáticas de inclusión, membresía común, intersección y similitud.

Cada estudiante iniciaba de nuevo la construcción de su mapa conceptual más amplio, con las relaciones dinámicas obtenidas de las discusiones sobre los mapas de conceptos básicos y así generaron, cada uno los mapas que incluían los conceptos, la estructura de la constitución y los procesos y fenómenos propuestos y discutidos en clase, evidenciando entonces, en la última parte del ejercicio, relaciones dinámicas tanto de causalidad como de correlación.

Cada una de las fases contó con un tiempo de 5 semanas, las cuales se cerraban con la entrega de productos que permitieran la transformación – reestructuración del conocimiento en un proceso interestructurante, según la propuesta de las pedagogías del conocimiento de Not (1989).

En cada sesión se propuso a los sujetos recabar, evaluar y reconstruir información en una perspectiva estructuralista, luego, en la semana 5 además de entregar los productos de la fase, enfrentaban 5 preguntas al azar de las 20 que se usaron como base para desarrollar el reto de la ABP. Cada sujeto disponía de hasta 10 minutos para responder las preguntas.

Se realizó una investigación durante la primera fase en la que los estudiantes respondieron un test para establecer preferencias sensoriales al capturar la información a través del instrumento VARK (Visual, Aural, Read/write, Kinesthetic), en el cual se determinan las características sensitivas del estudiante frente a lo visual, auditivo, lectura/escritura y quinesia, según Fleming y Mills (1992). Este test fue validado para poblaciones

análogas en Colombia en 2012 por Baumgartner y Fonseca (2013). Una vez clasificados los sujetos participantes, inician el desarrollo de los retos ABP.

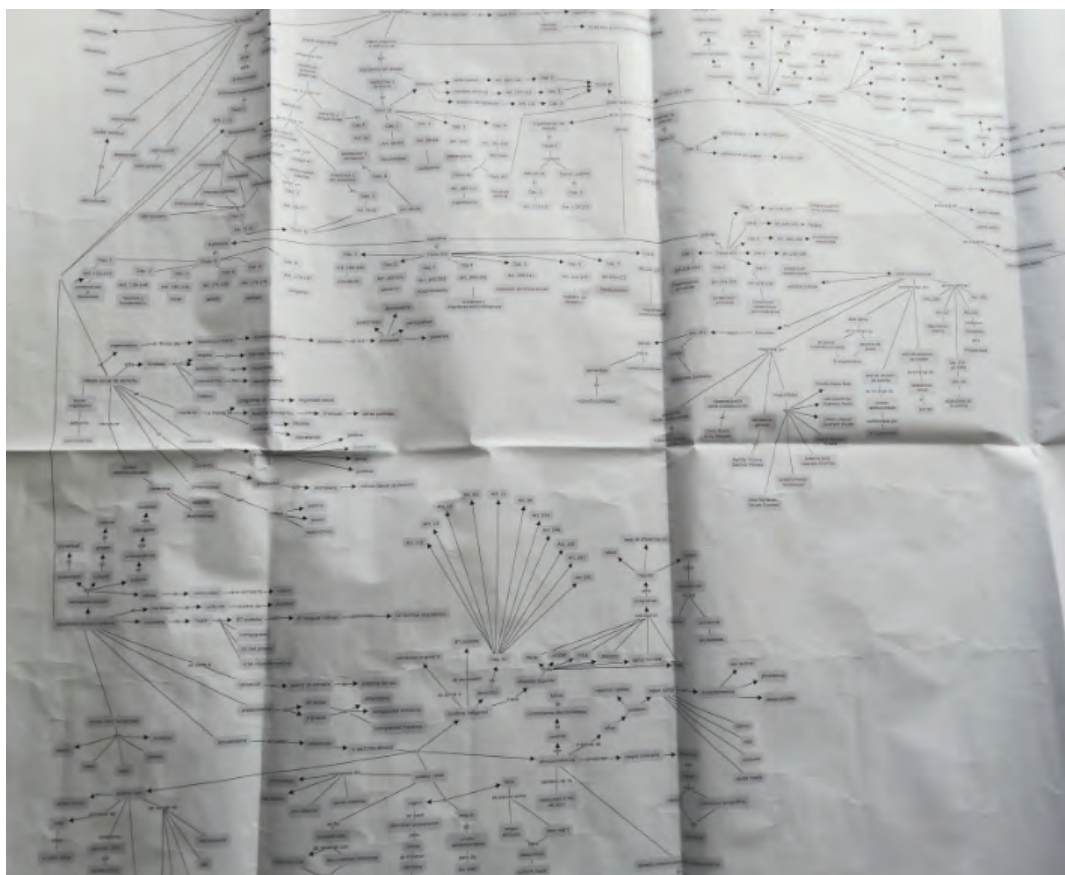


Figura 3. Mapas conceptuales de los conceptos centrales sobre la estructura y principios del sistema político colombiano. Se evidencian relaciones dinámicas de causalidad y correlación.

Se desarrollaron las siguientes fases en la estrategia:

<i>Fases de la implementación de la estrategia ABP</i>		
Fases	Acciones	Salidas
Fase 1	Clasificación de los estudiantes atendiendo a los cuatro estilos de aprendizaje según la captura de la información: visuales, auditivos, lectoescritores y kinestésicos.	Distribución de los grupos Visual Auditivo Lecto/escritor Kinestésico
Fase 2	Desarrollo de actividades literales	Consultas referenciadas Dibujos
Fase 3	Desarrollo de actividades inferenciales	Mapa conceptual Línea de tiempo
Fase 4	Desarrollo de actividades críticas	Infografías Caricaturas
Fase 5	Desarrollo de actividades de transferencia	Artículo periodístico Propuestas de acción y campañas del gobierno escolar

Al finalizar las fases 2, 3 y 4, los estudiantes presentaron exámenes análogos a las pruebas SABER 11° (ICFES, 2017) sobre competencias ciudadanas a través de cuestionarios virtuales mediados por Google Forms.

QUESTIONS **RESPONSES** 95

Para reducir el problema de los cultivos ilícitos, el Gobierno adoptó la estrategia de la fumigación aérea de los cultivos. Mediante esta estrategia, grandes extensiones de tierra pueden fumigarse, lo cual –según el Gobierno– es más eficiente que la erradicación manual. Los campesinos que viven cerca de las zonas fumigadas se oponen a esta medida, y proponen la erradicación manual. ¿Cuál es una desventaja de la propuesta del Gobierno, que lleve a que los campesinos se opongan a ella?

- ☐ Que la fumigación aérea implica más costos en comparación con la erradicación manual.
- ☐ Que la fumigación aérea puede afectar también a los cultivos ilícitos.
- ☐ Que el Gobierno no tenga suficientes avionetas para la fumigación aérea.
- ☐ Que el Gobierno no conoce las técnicas de la erradicación manual.

La Constitución de 1991 estableció que los gobernadores y los alcaldes contraen con sus electores la obligación de cumplir el programa de gobierno que presentaron al inscribirse como candidatos. El incumplimiento del programa puede dar lugar a que

Figura 4. fragmento de una de las pruebas de Competencias Ciudadanas SABER 11°, aplicadas a los estudiantes al concluir la fase 3.

3 Unidades de Análisis

3.1 Competencias Ciudadanas

El concepto de competencia plantea dos acepciones. Por un lado, se refiere al adjetivo competitivo, cuyo sustantivo es competidor o pugna y, como verbo, hace alusión a rivalizar. El adjetivo competente, se refiere a la pertinencia e incumbencia (Prieto, 1997). Por otro lado, en su origen, la nominación más antigua se refiere a la competencia lingüística Chomsky (1965), cuya definición se vincula al conocimiento que el hablante oyente tiene de su lengua. Posteriormente, el término se incluye en el discurso de la formación para el trabajo y el mundo empresarial como repertorios de comportamientos que unas personas dominan mejor que otras, lo que las hace eficaces en una labor determinada (Levy-Leboyer, 2000).

Le Boterf (1996) las define a inicios de este siglo, desde el contexto de la Ingeniería de las competencias, como una secuencia de acción en la que una persona encadena múltiples conocimientos especializados. Posteriormente, Weinert (2004) las estructura minuciosamente en su trabajo “Definir y seleccionar las competencias fundamentales para la vida”, con base en tres características: la de emplear las herramientas de manera interactiva, actuar de manera autónoma y reflexionada y, unirse y funcionar en grupos sociales heterogéneos.

Perrenaud (2003) y Sarramona (2004), casi de manera simultánea, establecen las *Tendencias de la concepción de la Competencia en la Educación*, las cuales recogen varios aportes, entre los que resaltan principalmente tres. El primero es el saber hacer, elemento desarrollado por Le Boterf (2001), que es entendido como el desempeño en el aprendizaje, evidenciado a través de conductas observables; y, el segundo, es la Capacidad-Potencial, expuesta por Castelló (2000), en la cual la competencia es el conjunto de recursos básicos de los cuales puede hacer uso una persona en las condiciones apropiadas para construir funciones y comportamientos. Este trabajo adopta el tercer enfoque llamado mixto o de competencia-desempeño.

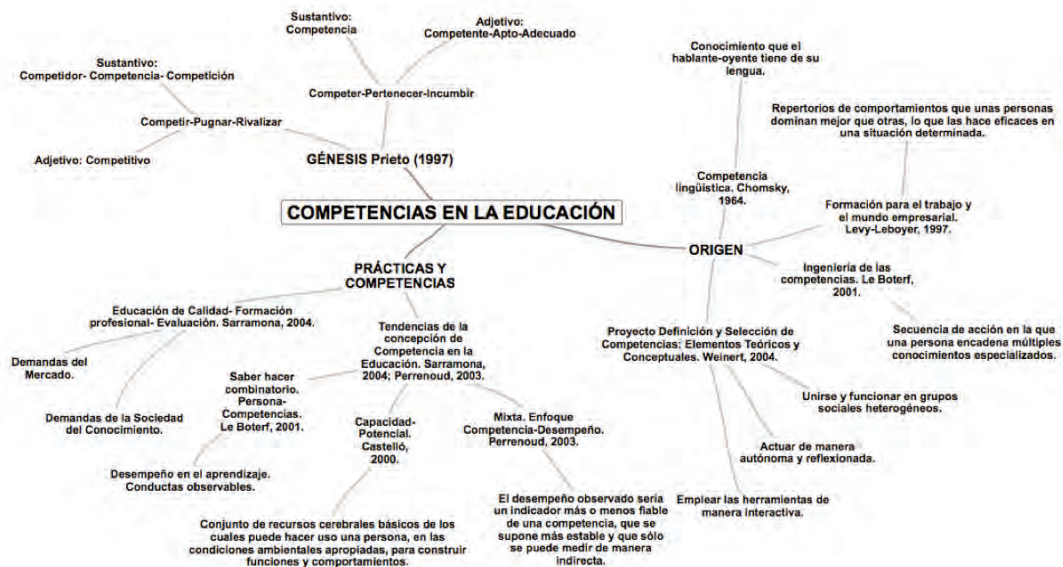


Tabla 2. Referentes del concepto competencia. Fuente: elaboración propia, basada en los autores referenciados.

Sarramona (2004) y Perrenoud (2003, al abordar la concepción de las competencias en la educación, afirman que los desempeños susceptibles de ser observados, se constituyen como indicadores más o menos fiables de la competencia a evaluar. En esta perspectiva, la competencia es un constructo más estable que el indicador que se propone y sólo se puede medir de manera indirecta. En el contexto nacional e institucional de Colombia, esta visión se adaptó a la definición planteada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en la cual las competencias ciudadanas son el conjunto de conocimientos y de habilidades cognitivas, emocionales y comunicativas que, articulados entre sí, hacen posible que el ciudadano actúe de manera constructiva en la sociedad democrática (MEN, 2010).

Para esta investigación, según la Guía de orientación SABER 11° (ICFES, 2017) las competencias a evaluar son: Pensamiento social, Interpretación y análisis de perspectivas, y Pensamiento reflexivo y sistémico:

La competencia Pensamiento social evalúa la capacidad del estudiante para usar conceptos básicos de las ciencias sociales, y su conocimiento de los principios constitucionales y del ordenamiento político colombiano con el fin de analizar situaciones sociales. Además, se espera que pueda analizar las dimensiones históricas y geográficas de sucesos, procesos y fenómenos sociales. La segunda competencia, Interpretación y análisis de perspectivas, evalúa la habilidad del estudiante para analizar la información que circula en la sociedad sobre asuntos políticos, económicos y culturales, para valorar argumentos y explicaciones sobre problemáticas sociales y para identificar diversos intereses, opiniones y perspectivas de personas y grupos sociales que interactúan en un momento dado. Finalmente, la competencia Pensamiento reflexivo y sistémico involucra la capacidad del estudiante de comprender diferentes dimensiones presentes en una situación de interacción social. De igual manera, respecto de esta competencia se espera que el estudiante comprenda modelos sociales y sus posibles usos en determinados contextos (pág 51).

Se toman las preguntas del examen SABER 11° en el ámbito Competencias Sociales y Ciudadanas como referente de evaluación para esta investigación, ya que es la prueba estandarizada que retroalimenta al Sistema Educativo colombiano, según lo dispuesto por el Decreto 869 de 2010, en cuanto al desarrollo de las competencias básicas que debe desarrollar un estudiante durante el paso por la vida escolar (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

3.2 Estilos de Aprendizaje.

Las preferencias VARK establecidas por Fleming y Mills (1992) son:

- Visual (V): cuando se piensa en imágenes (por ejemplo, “ver” en la mente la página del libro de texto con el detalle que se requiere) es posible traer a la mente mucha información a la vez, por eso la persona que

utiliza el procedimiento de representación absorbe con más facilidad el conocimiento, por medio de una serie de datos procesados.

- Aural/auditivo (A): este modo de percepción describe una preferencia por la información que es “escuchada o hablada”. Se usa de manera secuencial y ordenada. El método auditivo no admite relacionar conceptos o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el visual, y no es tan rápido. Los alumnos auditivos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar y explicar lo aprendido a otra persona.
- Lectura/escritura (R): esta preferencia está basada en texto, y se constata en la entrada y salida de lectura y escritura, en todas sus formas, como ensayos, informes y trabajos.
- Quinestésico (K): por definición, esta modalidad se refiere a la “preferencia perceptual relacionada con el uso de la experiencia y la práctica (simulada o real)” (Programa Europeo de Formación para el Aprendizaje de Adultos, p. 14). Esta experiencia puede invocar otras modalidades, la clave es que las personas que prefieren este modo deben estar conectadas a la realidad, ya sea a través de experiencias concretas personales, como práctica o simulación. Una tarea que requiere los detalles de quién hará qué y cuándo es adecuada para las personas con esta preferencia.
- Multimodales (MM): en el aprendizaje es muy raro utilizar un único modo, así que se maneja un perfil de mezcla de las cuatro preferencias expresadas por VARK (pp. 140, 141).

3.3 Estrategia Tipo Aprendizaje Basado en Problemas

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología, estrategia o técnica didáctica de aprendizaje que se apoya en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos, especialmente relacionados con el razonamiento y el juicio crítico. Consiste en organizar la clase en pequeños grupos de trabajo para proponerles un problema o reto basado en una situación contextual similar al trabajo que afrontarán en el futuro (Barrows, 1986). Esta estrategia como herramienta cognitiva, activa y focaliza el pensamiento para la expansión y contracción de las ideas, su organización, la toma de decisiones, la clarificación de argumentos y el desarrollo de la creatividad. Facilita en el estudiante el rigor intelectual y la organización de sus conocimientos, el uso de las mismas supone cuestionar, observar, evaluar, sintetizar. Se trata de un proceso de información activo, dirigido, interesado y consciente (Parra & Lago, 2003), y facilita el desarrollo de competencias asociadas con la autodirección del aprendizaje (Velázquez y Figarella, 2012). Los pasos para la solución de un determinado problema generalmente van desde la delimitación precisa del problema o tarea a resolver, pasando por la búsqueda, acceso y validación de información, luego por el diseño y desarrollo de un plan de trabajo coordinado, para terminar con la puesta en común de resultados o conclusiones y la elaboración de un documento o informe común.

3.4 Sistemas de Representación del Conocimiento.

Son modelos de representación para cierta estructura de datos, donde han de tenerse en cuenta los procesos cognitivos y los fines intencionales (San Segundo, 2003).

4 Metodología

El objeto de este estudio consiste en establecer la incidencia en las habilidades de desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes de grado 10º de la jornada mañana del Colegio CODEMA IED, cuando interactúan con una estrategia de tipo ABP que emplea retos que implican la creación de representaciones de conocimiento tipo mapa conceptual durante su aprendizaje de las competencias ciudadanas en cuanto conceptos y contextos políticos, según sus estilos de aprendizaje al capturar la información.

4.1 Diseño de la Investigación

Es un diseño cuantitativo, en síntesis, el estudio se enfoca en caracterizar *competencias ciudadanas*, contrastando los niveles de desempeño de las *habilidades de pensamiento crítico* sobre conceptos y contextos políticos, para construir una estrategia multinivel de acuerdo a los resultados de la aplicación de la estrategia ABP. Los grupos dan cuenta de la variable independiente *estilo de aprendizaje* frente a las actividades de la estrategia ABP *sistemas de representación de conocimiento*. Este corresponde a un diseño cuasi experimental 4x4, en donde “el número de

dígitos indica el número de variables independientes” y “el valor de cada dígito, el número de niveles o modalidades de cada variable independiente” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 27).

		Sistemas de representación del conocimiento			
		Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Estilo de aprendizaje	Visual	Mapas mentales	Mapas conceptuales	Infografías	Línea de tiempo
	Auditivo	Mapas conceptuales	Mapas mentales	Línea de tiempo	Infografías
	Kinestésico	Infografías	Línea de tiempo	Mapas mentales	Mapas conceptuales
	Lector/escritor	Línea de tiempo	Mapas conceptuales	Infografías	Mapas mentales

Son dos variables independientes, estilos de aprendizaje y sistemas de representación del conocimiento (San Segundo, 2003), cada uno de ellos con cuatro modalidades. La estructuración de conocimiento de estos retos de la estrategia ABP se presentó a través de sistemas de representación de conocimiento (mapas mentales, mapas conceptuales (Novak & Cañas, 2008), infografías (Reinhardt, 2007), líneas de tiempo (Trepát & Comes, 1998)). Al finalizar cada reto se aplicó una evaluación de competencias ciudadanas basada en las pruebas SABER 11°, con el fin de responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿en qué medida afectará el nivel de desempeño de competencias ciudadanas las formas de representación de conocimiento a desarrollar y el estilo de aprendizaje de los estudiantes del ciclo V medido a través de las pruebas SABER?

H₀. No existen diferencias significativas en la transferencia conceptual de los sujetos según sus estilos de aprendizaje debidas a los sistemas de representación de conocimiento empleados en el estudio de las competencias ciudadanas.

H₁. Existen diferencias significativas en la transferencia conceptual de los sujetos según sus estilos de aprendizaje debidas a los sistemas de representación de conocimiento empleados en el estudio de las competencias ciudadanas.

4.2 Muestreo

Del grupo natural que está conformado por todos los estudiantes del ciclo V de la jornada mañana del Colegio CODEMA IED, los sujetos se dividieron en cuatro grupos, de acuerdo a la clasificación arrojada por el instrumento VARK (Fleming & Mills, 1992). Participaron 241 estudiantes y se distribuyeron según su estilo así: visual 19%, auditivo 17%, lecto/escritor 12% y kinestésicos 52%. Así, más de la mitad de la población participante pertenece al estilo de aprendizaje kinestésico (Fleming y Mills, 1992), esto permite inferir que la mayoría de los estudiantes del ciclo V del Colegio CODEMA IED j. m. del año 2019 se caracterizan porque prefieren estar conectados a la realidad, ya sea a través de experiencias concretas personales, como práctica y simulación. Para estas personas es adecuado plantear tareas que expliciten los detalles de quién hará qué y cuándo (González, Ramírez & Vaisman, 2012).

5 Resultados

Se presenta el resumen de datos agrupados por cada componente según la prueba SABER 11° (ICFES, 2017), obtenidos en el desarrollo de la estrategia ABP.

Resumen estadístico de datos prueba SABER vs Sistema de Representación de Conocimiento				
	Sistema de representación			
Competencia	Mapa conceptual	Línea de Tiempo	Infografía	Mapa mental
Pensamiento social	3,4265	2,7	3,032769231	3,33333333
Interpretación y análisis de perspectivas	3,211426316	3,633333333	3,105319149	2,75
Pensamiento reflexivo y sistémico	2,2297669231	2,453846154	2,727272727	2,6
Medias grupales	2,955897746	2,929059818	3,045289591	2,894444333

Tabla 3. Agrupación de datos Competencias Ciudadanas vs Sistemas de Representación de Conocimiento.

Los datos de la tabla respecto a los sistemas de representación de conocimiento, las infografías (3,045) y los mapas conceptuales (2,955) permiten mayores niveles de desempeño de competencias, aunque los resultados de los sujetos que desarrollaron líneas de tiempo (2,929) tuvieron desempeños muy cercanos, siendo los mapas mentales (2,894) los sistemas de representación con menores niveles de desempeño.

La prueba ANOVA resulta en que todos los valores de F son menores que el valor de F crítico, lo cual permite afirmar que no existen diferencias significativas entre los diferentes grupos al emplear los sistemas de representación del conocimiento, es decir que no existen diferencias significativas entre los estilos de aprendizaje y los sistemas de representación empleados para estudiar las competencias de la prueba SABER 11°.

Resumen estadístico Estilos de Aprendizaje vs Sistema de Representación de Conocimiento				
	Estilo de aprendizaje			
Sistema de Representación de conocimiento	Visual	Auditivo	Lecto/escritor	Kinestésico
Mapa mental	2,730769231	2,855555556	2,666666667	3,275
Mapa conceptual	2,65625	3,514354067	3	2,657051282
Infografía mar	3,368400315	2,807692308	2,792207792	2,875
Línea de tiempo	2,881270903	2,625	3,833333333	2,5
Medias grupales	2,90917261	2,95065048	3,07305195	2,82676282
F obtenida	8,224156235	2,914748686	2,383264039	1,846927847
Prob.	4,89254E-09	0,008595028	0,034561946	0,097848437
F crítica	2,04573836	2,114255398	2,19533685	2,191626027

Media total= $Y_{(total)} = 2,93990947$

Efectos principales grupo Visual: $Y_{(visual)} - Y_{(total)} = 2,90917261 - 2,93990947 = -0,030736858$

Efectos principales grupo Auditivo: $Y_{(auditivo)} - Y_{(total)} = 2,95065048 - 2,93990947 = 0,010741013$

Efectos principales grupo Lecto/escritor: $Y_{(lectoescritor)} - Y_{(total)} = 3,07305195 - 2,93990947 = 0,133142478$

Efectos principales grupo Kinestésico: $Y_{(kinestésico)} - Y_{(total)} = 2,82676282 - 2,93990947 = -0,11314665$

Los sujetos que pertenecen al estilo lector/escritor (3,073) y los de estilo auditivo (2,95) presentaron los mejores desempeños en todas las actividades de la estrategia. Los mejores desempeños de los sujetos con estilo visual se presentaron cuando desarrollaron infografías (3,368) y los kinestésicos cuando desarrollaron mapas mentales (3,275).

El grupo de estilo kinestésico obtuvo los menores niveles de desempeño de competencia, siendo el más crítico cuando desarrollaron líneas de tiempo (2,5).

6 Conclusiones

Basados en la evidencia arrojada por este trabajo de investigación, los hallazgos fundamentales para responder al problema de investigación sobre la incidencia sobre las competencias ciudadanas, cuando se median conocimientos políticos en competencias ciudadanas, a través de una estrategia ABP que implementa varios sistemas de representación de conocimiento cuando se discriminan los estilos de aprendizaje para la captura de la información, se refieren a la evidenciación de relaciones entre los estilos de aprendizaje y los sistemas de representación de conocimiento así:

Los sistemas de representación de conocimiento que favorecieron los niveles de desempeño de la prueba SABER 11° en la media de grupos según los estilos de aprendizaje, fueron los mapas conceptuales y las líneas de tiempo y los de menor nivel de desempeño fueron los mapas mentales.

Para los sujetos con estilo de aprendizaje visual, el sistema de representación de conocimiento con el cual obtuvieron desempeños significativamente superiores fue el de infografías. Los desempeños más bajos los obtuvieron al emplear mapas conceptuales. Los sujetos con estilo de aprendizaje auditivo obtuvieron desempeños significativamente superiores al generar mapas conceptuales, los más bajos, al construir líneas de tiempo.

Los estudiantes de estilo lecto/escritor obtuvieron sus mejores desempeños al generar líneas de tiempo, y sus desempeños bajos al crear mapas mentales. Los estudiantes de estilo kinestésico presentaron sus desempeños más altos cuando desarrollaron mapas mentales y los más bajos al construir líneas de tiempo.

Las competencias ciudadanas cuya media tuvo los desempeños más altos con la implementación de la estrategia fue la de interpretación y análisis de perspectivas y los desempeños más altos en toda la estrategia se generaron a través de las líneas de tiempo en esa competencia.

La competencia social fue la segunda en niveles de desempeño y el sistema de representación de conocimiento que mejores desempeños permitió en esta competencia, fue el de mapas conceptuales. La competencia con desempeños más bajos en la estrategia fue la de pensamiento reflexivo y sistémico con sistema de representación tipo mapa conceptual.

Referencias

- Barrows, H. S. (1986). A Taxonomy of Problem-Based Learning Methods. *Medical Education*, 20 (6), 481-486.
- Baumgartner, A. D. & Fonseca, O. R. (2013). B-Learning y eEstilos de Aprendizaje. *Memorias*, 11 (19), 107-112.
- Castelló, A. (2000). Limitaciones del Concepto de "Capacidad" en la Explicación del Aprendizaje Académico." *Educación* 26, pág. 19-38.
- Davies, I. & Thorpe, T. (2003). Thinking and Acting as Citizens. *Political Learning and Citizenship in Europe*. Roland-Lévy, C & Ross A. (Eds.). Stoke-on-Trent: Trentham Books, pp. 34-52.
- Fleming, N. D. & Mills, C. (1992) Not another Inventory, rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, 11, 137-155. Recuperado de: http://www.vark-learn.com/wp-content/uploads/2014/08/not_another_inventory.pdf
- Gonzales, A. A., Ramírez, M. P. & Vaisman C. (2012). Análisis de Redes de Estilos de Aprendizaje en Formación Virtual de Documentación.
- Hansson, E.E., Svensson, P.J., Strandberg, E. L., Troein, M., & Beckman, A. (2014). Inter-rater Reliability and Agreement of Rubrics for Assesmente of Scientific Writing. *SAP- Scientific & Academic Publishing. Education*, 4 (1), 12-17. Recuperado de: <http://article.sapub.org/10.5923.j.edu.20140401.03.html>
- Hernández, R. S., Fernández, C. C. & Baptista, P. L. (2014) *Metodología de la Investigación*. 6ª edición. Mc Graw Hill Education. Colombia.
- Instituto Colombiano para la Educación Superior – ICFES (2017). *Módulo de Competencias Ciudadanas. SABER 11º. 2017-2*. 5ª edición, pp. 51-68.
- Le Boterf G. (1996). *De la Competence a la Navigation Professionnelle*. París: Les Editions d'Organisations.
- Levy-Leboyer, C. (2000). *Gestión de las Competencias*. Barcelona: Ediciones Gestión.
- Not, L. (1983). *Las Pedagogías del Conocimiento*. (Tercera reimpresión, FCE Colombia, 2013). Bogotá. Fondo de Cultura Económica.
- Ministerio de Educación Nacional MEN (2004). Educación para Vivir en Sociedad. *Al tablero No 27 (febrero-marzo 2004)*. Recuperado de: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87284.html>
- Ministerio de Educación Nacional (2010). Pruebas Saber. *Pruebas Saber 11º*. Evaluación. Ministerio de Educación Nacional. Gobierno de Colombia. Recuperado de: <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-244735.html>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The *Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Pensacola, FL: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Parra, E. Ch., & Lago, D. de V. (2003). Didáctica para el Desarrollo del Pensamiento Crítico en Docentes y Estudiantes. *Educación Médica Superior*. (Vol. 17 No. 2). Cuba. Recuperado de: http://www.bvs.sld.cu/revistas/ems/vol17_2_03/ems09203.htm
- Perrenoud, P. (2003). *Construir Competencias desde la Escuela*. Santiago: Comunicaciones Noreste.

- Priestley, M. (1996). *Técnicas y Estrategias del Pensamiento Crítico*. Ed. Trillas. México.
- Reinhardt, N. V. (2007). *Infografía Didáctica: Producción Interdisciplinaria de Infografías Didácticas para la Diversidad Cultural*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Misiones. Universidad de Palermo. Argentina. Recuperada de: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyecto graduacion/archivos/1059.pdf
- Rivas, S.F., & Saiz, C. (2016). Instrucción en Pensamiento Crítico: Influencia de los Materiales en la Motivación y el Rendimiento. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 12 (1), 91-106.
- Saiz, C., & Rivas, S. (2008). Intervenir para Transferir en Pensamiento Crítico. *Actas de la Conferencia Internacional: Lógica, Argumentación y Pensamiento Crítico*. Santiago de Chile: Universidad Diego Portales. Recuperado de: <http://www.pensamiento-critico.com/archivos/intervensaizrivas.pdf>
- San Segundo, M. (2003) Representación del Conocimiento y su implicación en la Bibliotecología. *Tendencias de Investigación en Organización del Conocimiento* (pp. 394-402). Salamanca. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Sarramona, J. (2004). *Las Competencias Básicas en la Educación Obligatoria*. Barcelona: Ediciones CEAC.
- Trepat C. A. & Comes, P. (1998). El Tiempo y el Espacio en la Didáctica de las Ciencias Sociales. 12 *Materiales para la Innovación Educativa*. ICE Universidad de Barcelona – Editorial Grao de Serveis Pedagògics (pp.7-118).
- Velásquez, L. R., & Figarella, F. G. (2012). *La Problematicación en el Aprendizaje. Tres Estrategias para la Creación de un Currículo Auténtico*. Puerto Rico: Isla Negra.

COMPARING INTERVIEW-DRIVEN AND QUESTIONNAIRE-DRIVEN CONCEPT MAPPING PROCESSES: A FOCUS ON THE RESEARCH-TEACHING NEXUS IN HIGHER EDUCATION

Joana G. Aguiar¹, Ian M. Kinchin², Marion Heron² & Paulo R. M. Correia¹

¹Universidade de São Paulo, Brazil

²University of Surrey, UK

Email: {joanaguilares, prmc}@usp.br, {i.kinchin, m.heron}@surrey.ac.uk

Abstract. Concept maps may be elicited within research studies in a variety of ways. Inadequate description of this methodology in the literature may cast doubt on the reliability of conclusions. Interview-based protocols are widely used, and the quality of the talk during the interview needs to be considered. The increasing use of semi-automated procedures using online forms and questionnaires by other researchers also needs to acknowledge the potential impact of this methodology on the quality of the final map, particularly the degree of feedback that is given to the mapper and the support given to edit the map – a stage that is required to support higher level thinking skills. The aim of this paper was to compare two approaches to concept map elicitation (interview and questionnaire) by considering their influence on the portrayal of academics' beliefs about teaching and research activities in academia. The results demonstrated the method of elicitation has an influence on the structure and content of the final map and this needs to be acknowledged in research reports. Moreover, strengths and weaknesses of each concept mapping elicitation processes could provide innovative methodologies for academic development.

Keywords: concept mapping, research-teaching nexus, questionnaire, interview, academic development, pedagogic frailty

1 Introduction

Within higher education, academics' values and beliefs constitute an implicit discourse that drives their teaching practice and provides a source of personal motivation. This teaching practice is, however, mediated by pragmatism, especially where institutional goals (often driven by calls for efficiency and accountability) appear to conflict with academics' personal professional aspirations.

Concept maps are described as a tool that can be used to organise and visualise mental representations, values and beliefs (e.g. Moon et al., 2011; Kinchin, 2016). This is not quite the same as mapping agreed curriculum knowledge where there is a particular outcome or “expert map” in mind as a goal. There is no right answer here. However, without an overarching organising principle, such maps can appear unstructured and difficult to interpret or compare with others (e.g. McMillan & Gordon, 2017). By including the maps within the overarching framework provided by the model of pedagogic frailty (Kinchin & Winstone, 2017), these maps of values and beliefs can be focussed on particular concepts that potentially cause difficulty for the evolving university teacher. The nature of the research-teaching nexus constitutes one of the four dimensions within the frailty model.

Maps can be produced through an array of approaches and for different purposes, such as, individual elaboration (Novak, 2010), collaboration (Torres & Marriot, 2010), knowledge elicitation and preservation (Hoffman et al., 2006), knowledge management (Correia, 2012), instruction (Aguiar & Correia, 2016) and assessment (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996); and can be constructed using paper and pencil or digital/online tools. What is not always considered in the research literature is the impact the map elicitation process may have on the structure and content of the final map. For example, how might an interviewer influence the outcome? How does the nature of the dialogue between interviewer and interviewee influence map construction? Such questions are now being considered in depth (e.g. Heron, Kinchin, & Medland, 2018). Moreover, the increasing use of semi-automated procedures using online forms and questionnaires by researchers also needs to acknowledge the potential impact of this methodology on the quality of the final map – particularly the degree of feedback that is given to the mapper and the support given to edit the map.

1.1 Research-teaching Nexus in Higher Education

The relationship between the two central activities of universities (teaching and research) is highly complex. Whilst many universities like to stress the overlap between them by making claims about delivering “research-led” teaching, this is a rather simplistic position that requires further clarification and explanation as this type of teaching seems to mean different things to different people. The nature of the relationship depends on academics' perceptions of what we mean by “research” and by “teaching”. Common use of these terms can mask differences in

understanding and this in turn can promote pedagogic frailty, creating unproductive tensions between academics (Kinchin, 2017). Whether we consider research in terms of its products (e.g. papers and reports) or as a process (such as a set of skills or disciplinary ways of thinking) has a profound influence on its relationship with teaching. Whilst students may not be able to understand the nuances of a research paper (product), they should be engaged in disciplinary ways of thinking (processes). Just as research can be interpreted in different ways, so too teaching can be seen as the delivery of content to passive receivers of knowledge, or as engagement with students as active constructors of understanding. From this, we can see that there are already a range of different relationships that could be conceived between teaching and research. On top of these differences, there are disciplinary variations in the way that teaching and research are related and individual staff motivational differences (with some staff hired predominantly to teach and others to conduct research). The distribution of resources between the two activities may create tensions that lead to perceptions of departments as being “research-drained” (where research activities takes energy and resources away from teaching); “teaching-drained” (where there is an imbalance of resources that favour teaching); or “research-separated” (where the two activities are undertaken by two separate populations of academics) – see Hosein (2017) for a thorough discussion.

Therefore, in practice, it is evident that there are different and inconsistent levels of interaction between teaching and research, even within a single academic department. We should, perhaps, consider a whole range of cohabiting, and potentially unstable research-teaching **nexus**es within a complex and changing university environment (see Tight (2016) for a review of the literature). As such, there will be no simple view that can adequately predict or describe the nature of the relationship within any given institution. It is necessary, therefore to seek rich descriptions of the nexus, as it is perceived to impact individual academics’ roles. The construction of concept maps is one way to obtain such rich descriptions and may also help to observe qualitative changes in connections within the nexus over time.

This paper aims to compare two approaches to concept map elicitation (interview and questionnaire) in order to consider their influence on the portrayal of academics’ beliefs about teaching and research activities in academia.

2 Methods

This research utilises qualitative research methods designed to explore the research-teaching nexus in higher education. Academics from a UK and a Brazilian university were invited to participate in this study. The present work describes a case study focusing on the conceptions, ideas, beliefs and values of **one academic** who has major teaching and researching roles within his science faculty. In this section, we describe our interview-driven and questionnaire-driven concept mapping approaches and explain how these would result in different outcomes (i.e., concept maps). The academic was interviewed in July of 2016 and he answered the online questionnaire in November of 2017. An expert-mapper conducted the interview and also elaborated the concept map considering the questionnaire’s answers.

2.1 *The Interview-Driven Concept Mapping Procedure*

To start the interview dialogue, a number of prompting concepts were offered as words on 38 x 50 mm sticky-notelets to act as concept labels, and these were stuck to a sheet of A3 paper. These concepts (motivation, recognition, research, rewards, status and teaching) were presented in no particular order and the interviewee was told that he could use as many or as few of these as they wished and could add any concepts they wanted to. A semi-structured interview was adopted, guided by three main questions:

- Within your University, Institute or Department, where is the focus on: research, teaching or both?
- Is there a connection or tension between research and teaching activities?
- How do research and teaching unfold in rewards, recognition, status, and motivation?

The interviewer’s role is then to prompt interviewee with questions to encourage he/she to interrogate his/her own knowledge structure as it emerges as conceptual relationships on the page. Once the sheet becomes full, the interviewee tends to stop adding new ideas, providing a helpful self-regulation mechanism on the size of the resulting concept map. This, in turn, helps the interviewee to concentrate on the key ideas they want to present in the available space, leading him/her to review and refine the entire network (Cañas, Reiska & Möllits, 2017). The final

step involves an internal validation process regarding the represented information drawn in the concept map. Whilst Oancea, Florez Petour, & Atkinson (2017, p. 306) did not use concept maps as final visual representations, their approach to gathering the data is based on a set of similar assumptions to our own:

“Unlike quantitative network studies, the emphasis here was on the qualitative construction and interpretations of these networks by the participants. The critical filter for inclusion in the map of a particular element of the network was the extent to which the participant judged it as relevant to their own interpretation and articulation of cultural value processes and outcomes.”

2.2 The Questionnaire-Driven Concept Mapping Procedure

The questionnaire was designed in six parts (A-F). Each part had the purpose of identifying academic's conceptions about one specific aspect of research-teaching nexus. The purpose, question type and answer format are provided in Table 1. The Qualtrics survey platform was used to host the questionnaire, which it was controlled by password¹. The academic's answers were downloaded and analysed considering their content. Each part of the questionnaire provided information that was 'translated' into concepts and propositions needed to draw the concept map.

Table 1. Questionnaire design: each part (A-F) had a purpose, a question type, an answer format. Some examples are provided.

[PART] PURPOSE	QUESTION TYPE	ANSWER FORMAT	EXAMPLE
[A] Level of importance and priority considering teaching and research activities	14 scrambled research and teaching activities	Rank order Rank in order of importance and priority when no constraints of time are imposed	(a) Disciplinary research activities: manage approved grants; engage on peer review paper. (b) Teaching activities: lecture; grade assignments; prepare a lesson plan.
[B] Level of agreement considering some general beliefs about research and teaching on higher education	30 statements to be judged	Multiple matrix Judge using a 6-point-scale from 1 = strongly disagree to 6 = strongly agree; plus, the option Not Applicable [N/A]	(a) Research is overvalued by the academia. (b) The university has a systematic way to evaluate a good teacher.
[C] Personal beliefs when comparing research and teaching rewards, recognition, motivation and status	6 questions that compare research and teaching	Multiple choices Choose between three options: more, less or equal	(a) For me, research generates [more less equal] motivation than teaching. (b) The students valued a good researcher [more less equal] than a good teacher.
[D] Examples of rewards, recognition and status on research and teaching.	6 questions that ask for examples	Short text entry Maximum of 75 characters allowed for each question	(a) In research, what does recognition look like? (b) In teaching, the status can be a consequence of mainly two things:
[E] Perception of how influential some 'actors' are for rewards, status and recognition within research and teaching.	2 questions requesting the influence of university, colleagues, the academic community, students, head of department and society	Slide bars Move the bars considering 0 (no influence) to 100 (very strong influence) for each actor	Considering only the research activities, how influential is each of the below options in relation to rewards, recognition and status?
[F] General behaviour to a given scenario considering a tight deadline	2 questions that put some tension between research and teaching	Long text entry Maximum of 1000 characters allowed for each question	Imagine that you have a tight deadline to finish a review of your own paper; come up with an idea for a PhD grant proposal; plan the next lectures and come up with an idea for an assessment task for your students. How do you manage and integrate different activities?

¹ To have access to the survey please use the password 'unlock' and the following link: https://qtrial2017q3az1.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV_aeNjmBflQnz29jn [May/2018].

3 Results and Discussion

3.1 The Outcome of the Interview-Driven Concept Mapping

During the interview, the interviewer uses a range of linguistic devices to prompt reflection and discussion. Specifically, such techniques are a range of probing strategies (Bernard, 2013) with the aim of showing interest and engaging with the interviewee's talk (Hammersley & Atkinson, 2007). The map acts as a physical artefact, which stimulates discussion and encourages personal and perhaps subconscious views or beliefs to be externalized (Kandiko, Hay, & Weller, 2013). Rapley (2004) identifies a number of 'engaged' elicitation strategies, which are:

- Introducing a topic for discussion.
- Listening to answers and asking to follow up questions.
- Listening to interviewees and getting them to unpack terms.
- Listening and following up with personal ideas and experiences.
- Listening and backchanelling (use of um, ah, and other verbal techniques to maintain the discussion).

For example, a section of the interview between the interviewer (IR) and the interviewee (IE) below (Table 2) demonstrates the co-construction of the concept map. At this point in the interview (from 05'21" to 06'14") the participants were discussing how the university affects researching activities to clarify the relationship between the concepts UNIVERSITY (not yet in the map) and RESEARCH (already in the map). The discussion, through probes and questioning techniques, leads to a co-creation of the proposition "My university — can be classified as a university of → Research" (in bold in Fig. 1).

Table 2. A section of the interview dialogue between the interviewer (IR) and the interviewee (IE) from 5'21" to 6'14". They were discussing how the university affects researching activities, which resulted in the co-creation of the proposition "My university — can be classified as a university of → Research" (in bold, Fig. 1).

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. <i>IR: Maybe this issue has to appear here [I point down to the map], as a context, that justifies all this. From my view, I understand that in fact this imbalance is imposed by the context where you are.</i>2. <i>IE: Um...that I chose to be.</i>3. <i>IR: That you chose to be ...</i>4. <i>IE: Exactly.</i>5. <i>IR: So there's an agreement here...</i>6. <i>IE: And this is not good or bad.</i>7. <i>IR: There is an agreement that your university is a research university.</i>8. <i>IE: Yes. Then put here [He points down to the map] "Research University". Because this is a concept that ... there is a categorisation of universities.</i>9. <i>IR: But, are you talking about all kind of universities or only your university?</i>10. <i>IE: My university, then ...</i>11. <i>IR: So, may I write "my university is a university of research"?</i>12. <i>IE: can be classified as... it is a good solution.</i> |
|--|

In line 1 of the transcript, the IR demonstrates her familiarity with the IE's working context and perhaps also his perspectives on his context "From my view, I understand that in fact this imbalance is imposed by the context where you are". According to Garton and Copland's (2010) personal relationships are invoked in the interview talk and can support the co-construction of the interview data. In line 3, the IR uses repetition, to check her understanding of the IE's point from line 2. In line 5, the elicitation technique adopted by the IR is a statement, which seems to function as a question, but in line 6 the IE is still referring to the fact he chose to be in his institution – the point he made in line 2. The IR brings him back to her probe in line 7, which the IE answers in line 8. The IR also asks for clarification by questioning the IE in line 9, which makes him reflect on this new concept. As a response, the IE

orients the discussion to the concept of “My university” in line 10, which makes the IR suggests a new proposition that links the concepts of “My university” and “Research” in line 11 (see proposition in bold in Fig. 1). While the IR is writing the propositions, the IE suggests the term “can be classified” instead of only “is a”, which it is immediately incorporated by the IR. This dynamic exchange demonstrates the collaborative nature of the concept mapping interview and how the concept map is co-constructed in and through the interview talk (Talmy, 2011).

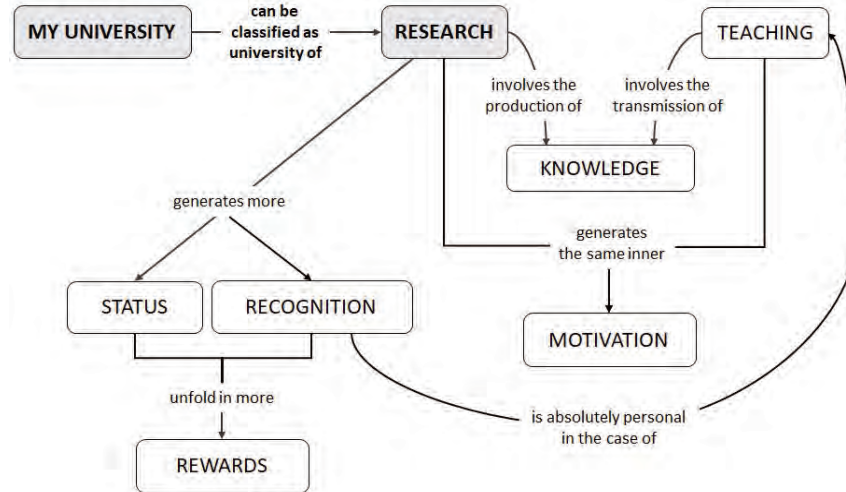


Figure 1. The interview-driven concept map (proposition in bold were co-created during the discussion shown in Table 1).

3.2 The Outcome of the Questionnaire-Driven Concept Mapping

To illustrate the protocol of “translating” the questionnaire answers into a concept map, we show a partial view of the academic’s answers of Parts B, C and D of the questionnaire (Fig. 2) and their correspondence to the concept map (Fig. 3). Good concept maps must fulfil some predefined criteria related to both graphical structure and content accuracy, such as organising concepts in a hierarchical way and constructing correct and relevant propositions (Cañas & Novak, 2006). In this paper, we followed these criteria to ensure the construction of an excellent concept map (Cañas, Novak, & Reiska, 2015; Aguiar & Correia, 2017).

To start drawing the concept map, we chose some key concepts to represent the research-teaching nexus (Kinchin et al., 2016): motivation, recognition, research, rewards, status, students, teaching, university. We organised these concepts in a top-down hierarchy. For example, “university” is the most general concept, therefore, it is at the top of the map. The examples regarding rewards and recognition should be on the bottom of the map as they are very specific and individualised. Following, we connected pairs of concepts through a directional arrow (providing a reading flow) and a linking phrase with a proper verb. In other words, we established concise and clear propositions by using the statements judged as “strongly agree” or “strongly disagree” in Part B of the questionnaire (Fig. 2).

For example, the academic strongly agreed that the university has a systematic way to evaluate a good researcher (1, Fig. 2) and undervalues teaching (3, Fig. 2). Both statements were transformed into propositions 1 and 3 in Fig. 3, respectively. The same pattern can be seen for statements 5, 6 and 7 in the questionnaire (Fig. 2). The academic also strongly disagreed that university has a systematic way to evaluate a good teacher/teaching (4, Fig. 2). In this case, the linking phrase received a negative connotation by including “does not have” (4, Fig. 3).

Some statements judged by the academic as “moderately agree” or “moderately disagree” were also considered for constructing propositions in the concept map. However, the linking phrase was slightly changed in order to match to academic’s conceptions. For example, he moderately agreed that university overvalues research (2, Fig. 2). In this case, instead of using the verb “overvalues” we used only “values” in order to decrease the level of agreement. The same pattern can be seen for statement 8 (Fig. 2): as the academic moderately agreed that his teaching practice is informed by research, we adopted the term “somehow” in the linking phrase to construct the proposition (8, Fig. 3).

PART B

Please, tick the box corresponding to the one most appropriate answer to each question that best fits your immediate beliefs. Responses are measured on a six-point scale (1 = strongly disagree to 6 = strongly agree). If you do not have a formed opinion about the statement, please, choose N/A (non-applicable).

	Strongly disagree	Moderately disagree	Slightly disagree	Slightly agree	Moderately agree	Strongly agree	N/A
The university values research and teaching equally	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teaching leads to rewards	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Research is overvalued by the university	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motivation is needed for teaching	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 Research leads to recognition	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8 My teaching practice is informed by research	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The university has a systematic way to evaluate a good teacher	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 Research leads to high status	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 Teaching requires motivation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Teaching is undervalued by the university	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 Teaching leads to high status	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I usually encourage research in my classes	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teaching means transmitting new knowledge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 The university has a systematic way to evaluate a good researcher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Research means producing new knowledge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teaching leads to motivation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Research and teaching are incompatible activities	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 Research leads to rewards	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I spend more time on research than teaching activities	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
I succeed in integrating research and teaching	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Research is more appreciated than teaching	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 Research helps on my teaching practice	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teaching and research should be more interconnected	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PART C

Please, choose the word in the list corresponding to the most appropriate answer to each question that best fits your beliefs.

For me, research generates () rewards than teaching

- ☐ less
☐ equal
☒ more 9

For me, research generates () status than teaching

- ☐ less
☒ more 9
☐ equal

PART D

Please, write one or two words inside each box corresponding to the most appropriate answer to the question. Do not spend too much time on the task, if you cannot remember anything, just leave it blank.

If you are a good researcher, the two most important rewards are:

Recognition and autonomy 10

If you are a good teacher, the two most important rewards are:

Institutional recognition and autonomy 10

In research, what recognition looks like?

Peer recognition 10

In teaching, what recognition looks like?

Institutional recognition 10

Figure 2. Academic's responses to parts B, C and D of the questionnaire. The answers (from 1 to 11) were used to elaborate his individual concept map showed in Fig. 3.

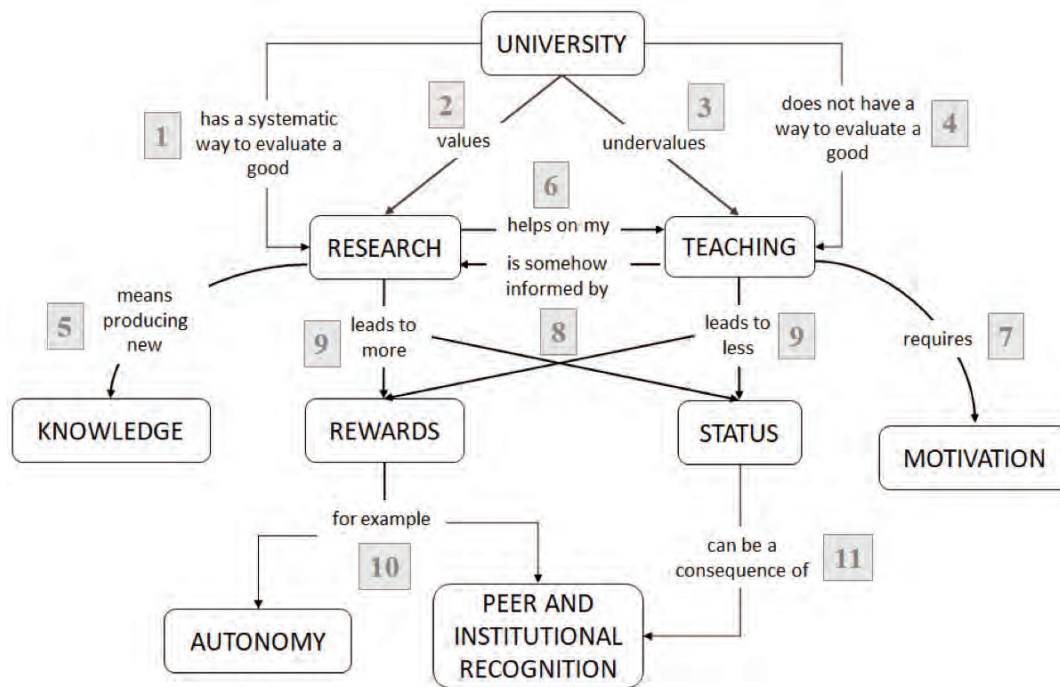


Figure 3. The questionnaire-driven concept map (the numbers refers to the academic's answer depicted in Figure 2).

Proposition number 9 were constructed using two sources of information in the questionnaire. The academic strongly/moderately agreed that research leads to high status and rewards (Part B, Fig. 2) which is higher than in teaching (Part C, Fig. 2). At the same time, he also strongly disagreed that teaching leads to high status and rewards (Part B, Fig. 2). These answers produced four intertwined propositions in which research and teaching lead to more or less rewards and status (see 9, Fig. 3).

Part D of the questionnaire (Fig. 2) provided some examples for progressively detailing how the academic sees the mechanism of rewards, recognition and status within higher education. For him, research unfolds in rewards (such as, recognition and autonomy), whilst in teaching rewards are also autonomy but institutional recognition. Moreover, recognition in research looks like “peer recognition”. Then, we decide to separate two concepts “Autonomy” and “Peer and institutional recognition”, sharing the same linking phrase to create the proposition 10 in the map (Fig. 3). Lastly, one of the main consequences of a high status is the recognition from other academics (peer recognition) and from the university (institutional recognition). Then, we used the concept of “Status” to create proposition number 11 in the concept map (Fig. 3).

It is important to note that slight agreements or disagreements in Part B of the questionnaire were disregarded when constructed the concept map. First, because we aimed to produce a map with the academic's strongest views highlighting the key points of his conceptions and beliefs. Second, the use of ‘might’, ‘can be’, ‘perhaps’, ‘sometimes’ decrease the level of content accuracy and the map's explanatory feature. Lastly, adding too many propositions would hamper the map's visual layout, readability and overall quality (Derbentseva & Kwantes, 2014).

Parts A, E and F of the questionnaire helped us to understand how the academics connect research and teaching and to identify any inconsistencies in his discourse. For instance, if in Part A he affirmed that his teaching practice is informed by research, but in Part F it is written that he cannot connect research and teaching in his academic life, we can identify an inconsistency that needs to be clarified. In this case, we could create a proposition with a question mark (e.g., Teaching – is informed by (??) → Research) and ask him to clarify and explain these propositions during a meeting, by e-mail or prompting a question in an automatised system. At this point, the degree of feedback that is given to the mapper and the support given to edit the map is a critical stage to foster higher level thinking skills through concept mapping.

3.3 Comparing the Concept Maps: a Focus on Structure and Content

As we can see in Fig. 1 and Fig. 3, the interview-driven and the questionnaire-driven concept maps are quite different considering both graphical structure and content accuracy. For instance, both maps have approximately the same number of concepts (8 and 9, respectively), but the interview map is smaller and hierarchical. During the interview, the interviewer must seek to ensure that linking phrases are adequately labelled to provide meaning and to maximise the explanatory power of the map (Kinchin, 2016). The ability to be concise and clear, looking for conceptual relationships that are entirely relevant to the context may result in a map being reduced in overall size as it is refined and edited (Cañas, Reiska & Möllits, 2017). On the other hand, the questionnaire provides a great amount of information that can be incorporated on the map without previous discussion or adequacy judgments, increasing the number of concepts and their interconnectedness; as a result, we will see a higher propositional density (see Silva Jr, Romano Jr., & Correia, 2010) tending to a network structure (Kinchin, Hay, & Adams, 2000).

Despite the fact that both maps were about research-teaching nexus in higher education, their degree of content accuracy is quite different. The level of accuracy can be evaluated on how close the content represented in the map reveals the actual views, beliefs, conceptions, ideas, values of the academic. The questionnaire map represents the academic's more general, broader and non-personalised ideas about the topic while the interview map has more idiosyncratic features. For instance, during the interview, the academic included in the map the proposition "Teaching involves the transmission of knowledge" (see Fig. 1), while in his response to the questionnaire he "slightly disagree" to the statement "Teaching means transmitting new knowledge" (see Fig. 2). Apparently, it seems to have a contradiction in his discourse, but during the interview he could explain in detail what he meant by "transmitting knowledge" as we can see by the following extract:

"Beware with 'transmitting', but anyway, I'm transmitting something to my students because I'm not going to 'discover' the disciplinary content. [...] I use the verb 'transmit' to convey a message of opposition to 'produce' knowledge. There is an assumption that teaching involves working with the knowledge that already exists. However, if I'm working with a knowledge that does not exist yet, then, this is research" (Extracted from the transcribed interview from 2'21" to 3'56").

In the case of the questionnaire, the academic was not allowed to justify his point of view during the task, decreasing his level of agreement when judging the statement. For him, teaching does not **mean** exactly transmitting knowledge but **involves** the transmission of new knowledge (in a contrast of researching). The same pattern has occurred for the academic's examples of rewards, recognition and status. During the interview, neither interviewer nor interviewee has engaged in a discussion about this issue; as a consequence, the examples did not appear on the map (Fig. 1). On the other hand, one part of the developed questionnaire had the purpose of eliciting such examples (Part D, Table 1 and Fig. 2), which resulted in such information on the map (Fig. 3). These findings reveal the subjective nature of research and teaching within higher education, providing a glimpse of the idiosyncratic nature of the values that underpin academic identity.

3.4 Comparing the Concept Mapping Approaches: a Focus on Strengths and Weaknesses

In order to compare both approaches for concept map elicitation (interview and questionnaire) described and discussed in this study, some strengths and weaknesses were identified (Table 3). The interview-driven methodology suggests a way forward to the development of bespoke, dynamic and person-centred faculty development by providing a deep self-reflection of research and teaching within higher education. Moreover, the co-constructed concept map was obtained as a result of a rich dialogue about the topic during the interview. However, these benefits were likely to be raised when not only some amount of time is dedicated for the interviewing process but also the interviewer is an expert in concept mapping and academic development.

The questionnaire-driven methodology suggests a way forward to the development of user-friendly, fast-track and self-paced faculty development. Moreover, the protocol used to construct the concept map from the academic's responses can be easily automated and, consequently, be adopted for large scale purposes. In this case, well-structured activities can provide the necessary scaffolding for concept map elaboration in a brief and single application. However, the monologic aspect of this process results in a broader and generic view of research and teaching within higher education.

Table 3. Some strengths and weaknesses of the approaches for concept map elicitation (interview and questionnaire).

	INTERVIEW-DRIVEN CONCEPT MAPPING PROCESS	QUESTIONNAIRE-DRIVEN CONCEPT MAPPING PROCESS
STRENGTHS	Bespoke In-depth Person-centred Dynamic and dialogic	Suitable for large-scale User-friendly Fast-track Self-paced
WEAKNESSES	Time-consuming Concept map expert dependent	Broader and generic views outcomes Monologic

The questionnaire-driven concept mapping process might provide the academic with an example of an excellent concept map produced from the questionnaire results. This map can now be used to promote dialogue about quality enhancement in research and teaching during a **step-forward** interview with the academic developer. A broader and generic concept map can be used as a starting point for discussion by offering a way to uncover, visualise and share the most important ideas in the academics' minds. This might offer a way to decrease the time spent for the interview.

4 Final Remarks

It is evident that the procedure used to construct concept maps from research participants can influence the final product as well as the researcher approach during the map elaboration. Whilst there may be practical steps to reduce this influence, it is clear that research reports that use concept maps of participants' knowledge as a source of data need to be explicit about the ways in which concept maps are elicited. Summary comments such as "concept maps were collected from participants" are too vague and leave too much potential for variation in structure and content to cloud any conclusions based on concept map analysis.

The quality of maps elicited also needs to be made explicit – preferably with an illustrative example. Whether concept maps were simply "competent" (where participants included relevant content) or "excellent" (where participants were supported in their reflection on and refinement of the maps) is of great significance when making research claims. It is possible that excellent concept maps are more likely to be obtained through an interview protocol where an interviewer is able to probe the interviewee's understanding and invite editing and refinement. This may be more difficult to achieve in an automated online environment. On the other hand, concept map-based interview is time-consuming and concept map expert dependent, which difficult its application for academic development in large scale. In this context, engaging with the questionnaire can be useful for providing the academics with an example of a "competent" map, sensitising them to the core concepts involved and the possible links between research and teaching within higher education. Moreover, an online questionnaire may facilitate the application of the pedagogic frailty model by scaling up the mapping process.

References

- Aguiar, J. G., & Correia, P. R. M. (2016). Using concept maps as instructional materials to foster the understanding of the atomic model and matter–energy interaction. *Chemistry Education Research & Practice*, 17(4), 756-765.
- Aguiar, J. G., & Correia, P. R. (2017). From representing to modelling knowledge: Proposing a two-step training for excellence in concept mapping. *Knowledge Management & E-Learning: An Int. Journal*, 9(3), 366-379.
- Bernard, H. R. (2013). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. In A. J. Cañas, & J. D. Novak. *Proceedings of the Sec. Intl. Conference on Concept Mapping*, San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 6–19.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 9(3), 348–365.

- Correia, P. R. M. (2012). The use of concept maps for knowledge management: From classrooms to research labs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 402(6), 1979–1986.
- Derbentseva, N., & Kwantes, P. (2014). Cmap readability: propositional parsimony, map layout and semantic clarity and flow. In: P. R. M. Correia, M. E. Infante-Malachias, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.). *Concept Mapping for Learning and Innovation. Proceedings of the Six. Intl. Conference on Concept Mapping*, Santos, Brazil. São Paulo: USP
- Garton, S., & Copland, F. (2010). I like this interview; I get cakes and cats!: the effect of prior relationships on interview talk. *Qualitative research*, 10(5), 533–551.
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (2007). *Ethnography: Principles in practice*. Routledge.
- Heron, M., Kinchin, I. M., & Medland, E. (2018). Interview talk and the co-construction of concept maps. *Educational Research*, submitted.
- Hoffman, R. R., Coffey, J. W., Ford, K. M., & Novak, J. D. (2006). A method for eliciting, preserving, and sharing the knowledge of forecasters. *Weather and Forecasting*, 21(3), 416–428.
- Hosein, A. (2017). Pedagogic frailty and the research-teaching nexus. In: Kinchin, I.M. & Winstone, N.E. (Eds.) *Pedagogic frailty and resilience in the university*. (pp. 135 – 149) Rotterdam, Sense Publishers.
- Kandiko, C., Hay, D., & Weller, S. (2013). Concept mapping in the humanities to facilitate reflection: Externalizing the relationship between public and personal learning. *Arts and Humanities in Higher Education*, 12(1), 70–87.
- Kinchin, I. M. (2016). *Visualising powerful knowledge to develop the expert student: A knowledge structures perspective in teaching and learning at university*. Rotterdam, Sense Publishers.
- Kinchin, I. M. (2017). Pedagogic frailty: A concept analysis. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 9(3), 295–310.
- Kinchin, I. M., Alpay, E., Curtis, K., Franklin, J., Rivers, C. & Winstone, N.E. (2016). Charting the elements of pedagogic frailty. *Educational Research*, 58(1), 1–23.
- Kinchin, I. M., & Winstone, N.E. (2017). (Eds.) *Pedagogic frailty and resilience in the university*. Rotterdam, Sense Publishers.
- Kinchin, I. M., Hay, D. B., & Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, 42(1), p. 43–57.
- McMillan, W. & Gordon, N. (2017). Being and becoming a university teacher. *Higher Education Research & Development*, 36(4), 777–790.
- Moon, B. M., Hoffman, R. R., Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2011). *Applied concept mapping: Capturing, analyzing, and organizing knowledge*. Boca Raton: CRC Press.
- Novak J. D., (2010). *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York: Routledge.
- Oancea, A., Florez Petour, T., & Atkinson, J. (2017). Qualitative network analysis tools for the configurative articulation of cultural value and impact from research. *Research Evaluation*, 26(4), 302–315.
- Rapley, T. J. (2004). Interviews. In: C. Seale, G. Gobo, J. F. Gubrium, & D. Silverman (Eds) *Qualitative Research Practice*. pp. 15–33. London: Sage.
- Ruiz-Primo, M. A. & Shavelson, R. J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569–600.
- Silva Jr., S. N.; Romano Jr., J. G.; Correia, P. R. M. (2010). Structural analysis of concept maps to evaluate the students' proficiency as mappers. In: A. J. Cañas; J. D. Novak, J. Sanchez (Eds.). *Proceedings of the Fourth. Intl. Conference on Concept Mapping*, v. 1, (pp. 369–376), Chile: Universidad de Santiago, 2010.
- Talmy, S. (2011). The Interview as Collaborative Achievement: Interaction, Identity, and Ideology in a Speech Event, *Applied Linguistics*, 32(1), 25–42.
- Tight, M. (2016). Examining the research/teaching nexus. *European Journal of Higher Education*, 6(4), 293–311.
- Torres, P. L. & Marriott, R. C. V. (2010). *Handbook of research on collaborative learning using concept mapping*. Hershey: IGI Global.

CONCEPT MAPPING IN GEOGRAPHY: A REVIEW OF FULL PAPERS IN THE AREA

Leandro Fabrício Campelo¹, Stela C. Bertholo Piconez²

¹Federal Institute of Sao Paulo (IFSP) / USP, Brazil

²University of Sao Paulo (USP), Brazil

Email: campelo@ifsp.edu.br, spiconez@usp.br

Abstract. Geography is a discipline that works with very complex and difficult concepts for students of any level of education, whether it be pre-school or higher education. The concept maps developed by Novak and his colleagues spread throughout the world and it is a powerful strategy that favors teaching and learning. The present study analyzes a review of databases and journals on concept mapping and geography. Twelve full papers were found and categorized, analyzed the importance of concept mapping for teaching and learning in geography. The results are positive and corroborate with other studies that point to the strength of concept maps in education.

Keywords: concept mapping, geography, review

1 Introduction

Concept maps were introduced in the sixties by Novak (1998) and have become a powerful educational resource with a lot of applications. Moreover, concept maps can reveal learners' knowledge organization by showing connections, clusters of concepts, hierarchical levels, and cross-links between concepts from different levels (Shavelson, Ruiz-Primo & Wiley, 2005). Concept maps nowadays have become a commonly used tool in science education and educational research (Novak & Gowin, 1984). Numerous researchers (Kinchin, Hay & Adams, 2000; Cañas et al., 2004; Tarté, 2006; Correia, Cabral & Aguiar, 2016) show that concept maps are an excellent teaching tool to represent organized knowledge.

Since the First International Conference on Concept Mapping (CMC) held in 2004, the use of concept mapping spread to different areas of knowledge. For instance, in Robotics, Schivani & Pietrocola (2014) and McLemore et al. (2016); in Language teaching, Zhang (2014) and Marriott & Torres (2016); in Health, Lee et al. (2013), Wells, Bernal & Bressington (2014) and De Domenico et al. (2014); in Companies, Bizarro (2014) and Moon et al. (2016); in Biology, Schwendimann (2014) and Schwendimann (2016); in Mathematics, Lapp, Nyman & Berry (2010) and Woolcott (2014).

Research on the revision of a scientific area is very important to know what has already been done. Two full papers illustrate very well the importance of the literature review, especially nowadays where we have a very large production in several areas, mainly in the Education Sciences. We can cite two full papers, Daley et al. (2008), Cubillas and Puerta (2014) that make a great review in the CMC papers, separating all publications by universities, area of knowledge, gender, etc.

In this paper, we tried to cover all full papers that involve geography and concept mapping between 2004 (when the first CMC was held) and 2016. This paper aims at analyzing the expansion strategy of concept mapping in the area of Geography. The complexity of geography and its complex concepts, for example: geomorphology, climatology, and geology, pose special challenges for educators. Learners come to the classroom with prior knowledge, which serves as the foundation for further knowledge building. The use of concept mapping can foster meaningful learning for students of various ages, from kindergarten to higher education (Reiska, Möllits & Rannikmäe, 2016; Kinchin, 2014).

To understand this new world perspective, there is no alternative but to rethink the classroom and all disciplines, certainly geography as well. There are several studies (Andrade, 1994; Castellar, 2003; Moreira, 2007) that point out to the scientific and technological progress observed in the current context of society. And the improvement of textbooks was not accompanied by the change in the methodologies used to teach the geographical knowledge in the school. The potential and powerful uses of concept maps as a learning tool is well exhibited in an inter-disciplinary subject like Geography, where integration of progressively developed concepts, incorporation of field experiences and data, and integration of location-specific applications of learned concepts lead to a holistic understanding of an otherwise potentially segregated geographic processes (Chatterjea, 2008).

The teaching of geography in the twenty-first century should teach and at the same time let the student discover, the world we live in. Focusing on globalization, global climate change, environment and society/nature relations. And it should as well lead learners to interpret texts, photos, maps, and landscapes. In this sense, is concept mapping an important strategy in a geography classroom? We stated the following hypotheses: a) The use of concept mapping can contribute to teaching and learning in geography and b) It is possible to analyze with quality the concept maps created by students in the classroom.

2 Search for Papers

The search occurred in databases, journals, and conferences between 2004 and 2016. Were found twelve full papers that involve geography and concept mapping. In table 1 we can see these papers with more details.

Authors	Year	Country	Area	Level of Education	Methodologies
Rebich & Gautier	2005	USA	Global Climate Change	Higher Education	17 undergraduates; pre- and post-course (concept maps); quantitative.
Chatterjea	2008	Singapore	Physical Geography	Higher Education	22 students; concept maps; qualitative.
Wehry et al.	2010	USA	Human Geography	Middle School	43 students; selected-and-fill-in concept maps; quantitative.
Akbaş & Gençtürk	2011	Turkey	Air Pressure	High School	90 students; control group (n=45) and experimental group (n=45); concept maps was used to teach one group; quantitative.
Monroe-Ossi et al.	2012	USA	Human Geography	Middle School	6 th grade (don't know how many students); conceptual card game and concept maps; qualitative.
Ratinen et al.	2012	Finland	Climate Change	Higher Education	20 undergraduates; essay writing and drawings; pre- and post-course (concept maps – was created by researchers); qualitative (case study)
Reitano & Green	2012	Australia	Teaching Geography	Higher Education	6 teachers; pre- and post-course (concept maps); qualitative (case study).
Amador et al.	2012	Portugal	Geology	High School	High school (don't know how many students); concept maps; qualitative (content analysis).
Salvi et al.	2014	Brazil	Demography	High School	High school (don't know how many students); concept maps; qualitative.
Sellmann et al.	2015	Germany	Climate Change	High School	95 students (control group=29, experimental group=66); pre- and post-program (concept maps); quantitative and qualitative.
Campelo & Piconez	2016	Brazil	Seasons	High School	40 students; concept maps (in two stages); qualitative.
Okafor	2016	Nigeria	Geography	High School	225 students; (experimental group I=78, II=74 and control group=73); concept maps (only in group I); quantitative.

Table 1: Papers about concept mapping and geography

We found papers from America (5), Europe (4), Africa (1), Asia (1), and Oceania (1), showing the expansion of concept mapping over the world in geography. The CMC occurs in two and two years, one in America and another in Europe, maybe it can explain better why we have more full papers in these continents. In 2017, Asia held a

specific conference about concept mapping, in future we can see more papers about geography in this continent. Table 1 shows that concept mapping has been studied since middle school to higher education like others areas.

3 Research Methods

The objective of this study is to analyze and describe the uses and possibilities of concept map in geography teaching. To this end, in order to establish groups and methods of use, all the full papers found were read and analyzed, the focus was on the purpose of the papers, the methodologies and the results.

A search was conducted on variety databases including Periódicos Capes and BDTD (Brazilian bases); Scielo, Dialnet, WorldWideScience, ERIC, and Google Scholar. Also, a search was done in journals including Journal of Geography, The Journal of Educational Research, Journal of Education and Practice, Journal of Geoscience Education, International Journal of Multiple Research Approaches. To finish, the search continues in the Proceedings of CMC and others International Conferences.

The key terms used in the search was “concept map”, “concept mapping”, “geography”, and “geography teaching”. In the data collection phase, were found twelve full papers that involve geography and concept mapping.

After the analysis, three groups were created: qualitative analysis, quantitative analysis, and qualitative/quantitative analysis. In the group of qualitative we have seven full papers (Chatterjea, 2008; Ratinen, Viiri and Lehesvuori, 2012; Monroe-Ossi et al., 2012; Reitano & Green, 2012; Amador et al., 2012; Salvi et al., 2014; Campelo & Piconez, 2016). Another group, quantitative, we have four papers (Rebich & Gautier, 2005; Wehry et al., 2010; Akbaş & Gençtürk, 2011; Okafor, 2016). Sellmann et al. 2015 is a full paper that involve both qualitative and quantitative analysis.

4 Analysis of Studies using Concept Maps in Geography

All twelve full papers were analyzed, the focus was on the purpose of the papers, the methodologies and the results. We can see a summary of this papers.

4.1 Qualitative Analysis

Chatterjea (2008) emphasizes Geography as a discipline that covers several areas of knowledge to study the environment on planet Earth and uses concept maps to integrate diverse concepts from different areas. Two disciplines of two higher geography courses were analyzed: Biogeography and Management, according to the researcher are disciplines that use diverse concepts from other areas, such as Biology, Geomorphology and Hydrology. The main objective of the research was to use the concept mapping techniques to facilitate a holistic and interdisciplinary understanding of the concepts. He proposed an activity that is based on the knowledge acquired through the classroom, laboratory experiments and field research.

At the end of this activity, students were expected to integrate knowledge previously acquired from previous concepts and other concepts related to Geography. They should develop concept maps using CmapTools, with appropriate nodes and links, which indicate their ability to integrate concepts into a holistic understanding of the environment and interrelated links. The results of the research were positive and pointed out that the use of CmapTools was important to elaborate the connectivity of several concepts and proved useful to integrate the previous knowledge to the foreground.

Ratinen, Viiri and Lehesvuori (2012) investigates 20 teachers in science education, who underwent training on climate change. The present study examines a series of four science sessions given to a group of primary school student teachers. This include analysis of communication styles used and the students’ pre- and post-conceptualization of climate change based on results obtained via essay writing and drawing. Concept mapping was used in the analysis of the students’ responses. The objective of the study is to consider how these future teachers understand the climatic changes after the expositive classes.

The results suggest that there were no conceptual changes in teachers' knowledge about climate change, even after sessions by university professors. No doubt their knowledge has improved, but they are still incomplete. The authors cite other studies that show similar results and believe that climate change is a complex subject to be understood in a short space of time. Ratinen, Viiri and Lehesvuori (2012) also consider that students participated very little in the classroom discussions, felt more confident and participated more only in the last session that was geography, this may have affected students' progress in the course. The low participation of the students, according to the researchers is related to the fact that they do not dominate the concepts.

In other study, Monroe-Ossi et al. (2012) described and discussed the concept mapping strategies used to review and assess 6th grade middle school students' knowledge of a human geography curriculum. The students were participants in an after-school college reach-out program (CROP) first implemented with 6th graders during the 2007-2008 academic year. The conceptual Card Game was adapted and was used with students.

Discussion of the concept mapping activities focuses on the use of a game to motivate CROP participants to fully engage in a review of the impact of their friends and families on their self-concept. From the perspective of the game cycle, students expressed interest in the game and most indicated that they thought the game was exciting, fun, and challenging. The recorded lessons revealed that interest increased over time as indicated by student engagement, which lead to feedback from the game. The authors believe that the card game was successful in activating students' thinking about how their friends and families influence self-concept.

Reitano & Green (2012) did a case study of six preservice teachers who studied a 10-week unit of secondary geography in their 4th (and final) year of education studies. The focus of research was track participants' conceptions of effective geography teaching, over a period of time; that is, to provide an example of conceptual change. Participants constructed concept maps at the beginning and at the end of their geography curriculum methods course.

The results were good. Comparing the two sets of concept maps, the researchers in this study were able to gain an insight into geographical knowledge growth and conceptual change over the duration of the methods course. Concept mapping proved to be an appropriate tool to develop curriculum literacy for intending teachers, but it also indicates that they are developing a literacy specific to teaching school students.

Amador et al. (2012) intended to examine the perceptions of a sample of Portuguese pre-university students on natural hazards, using to this end the concept maps developed by them. The results show that concept mapping can be an important technique in the analysis of students' perceptions about thematic complex and transdisciplinary thematic such as natural hazards. It was found that there are different results for students from 10th to 11th grade who attend the discipline of Biology-Geology. Students of the 10th grade made use of a larger number of external concepts and provide more frequently combinatory links. In the other hand, students of 11th grade expressed more structured and hierarchical knowledge. The results allowed to reflect on the best way to teach certain topics, particularly natural hazards.

The paper by Salvi, Tomita and Neto (2014) was a qualitative research and used the concept maps to work the concept of population. In an attempt to overcome a fragmented view of Geography and the relationships between the studied content and the basis of the organization of space, was proposed the application of activity using concept maps through a project in a school with students of high school.

It was noticed that the content "Population" and the construction of concept map motivated the participation of the students who saw the development of this content by the interdisciplinary bias involving History, Mathematics, Sociology and other disciplines. Students were made easy to bring content to their daily lives and to look for example and turn them into geographical concepts.

The students received a list with diverse concepts about population and tried to connect these with the current reality and started from a colloquial language to elaborate scientific concepts. The study was motivated by a proposal for the teaching of Geography with an emphasis on interpretation and understanding rather than on the memorization and recitation of geographical content. As a result of concept maps created by students, it was apparent that most of them mastered the tool of concept mapping and discovered the usefulness and advantage of studying Geography.

Campelo and Piconez (2016) investigated the extent to which concept maps can foster meaningful learning in high school students. Forty geography students participated in the study. The students made a concept map during the second stage of the research and these maps were compared with other semi-structured ones made during the fourth stage. For the analysis of these concept maps, the methodology of Hay (2007) was used to understand the type of learning that occurred with the students. Nowadays, student testing with the purpose of memorizing content - mechanical learning - continues to prevail in schools in Brazil. Using concept maps in High School can contribute to a change in the learning of our students. The results showed that students need more time to practice the concept mapping technique, despite the fact that progress was observed during the making process of concept mapping.

4.2 Quantitative Analysis

Rebich and Gautier (2005) used concept mapping as a tool to reveal (pre)existing knowledge and to monitor conceptual change arising during participation in a college course on climate change policy. They analyzed concept maps by classifying concepts and links with regard to an expert map; their results indicated that participation in their course might have triggered conceptual change. However, due to the quite time-consuming and complex analysis, this analysis or similar approaches may be impracticable in school life.

In the 4th CMC, the article by Wehry, Monroe-Ossi, England & Fountain (2010) proposed assessing the knowledge of middle school students of human geography who participated in an "after school" program. The purpose of the program was to motivate students in the subject. There were 43 participants, composed of 29 girls and 14 boys. They used the select-and-fill-in (SAFI) approach. Researchers developed concept maps and used the key concepts studied on middle school students. They presented concept maps by removing some concepts and phrases of connection, for students to fill in properly. The results showed that students had got confused due to the teaching approach and methodology in the lesson. The authors concluded that concept maps were important for evaluating the acquisition of knowledge of human geography. However, it is still necessary for the curriculum to be review because it is still not clear for the students, despite the fact that most students achieved good results by completing concept maps of the three years of teaching they surveyed.

Researchers developed concept maps, such as geography specialist support, used the key concepts studied with middle school students. They presented concept maps by removing some concepts and phrases of connection, so students should fill in these concept maps correctly. The results of the research show that the methodology is considered by the researchers as very important to evaluate the knowledge about human geography, but they point out that the curriculum needs to be review in some points, because the students were confused. However, most students achieved good results by completing the concept maps.

As stated by Akbaş and Gençtürk (2011) a study was developed in which they used concept maps to identify misconceptions high school students had regarding the topic of "Air Pressure". A control group was taught with a teacher-center approach in comparison to a student-center approach in which concept maps were used as a tool to deal with misconceptions. Two separate tests were used for data collecting; a success test, to define students' knowledge level about concepts and discover their misconceptions, and a concept test, to define the level of students' misconceptions before and after the study, were employed as a pre-test and post-test involving multiple choice questions. In the pre-test, no difference was observed in the results of the two groups. In the post-test, the research results showed that educational methods based on the use of concept change texts combined with concept mapping are more efficient than traditional teaching methods.

The authors concluded that concept maps are helpful to identify learners' misconceptions that happen during the learning process. By diagnosing their misconceptions, it was possible to clarify specific doubts before introducing a new topic. They argued that without making clear these misconceptions, scientific knowledge is very difficult to be learned as students take for granted that what they believe are the "correct" facts and concepts.

Okafor (2016) analyzed Nigerian high school students from different groups. A sample of 225 students were defined in an attempt to understand the problems that affected the performance of students in national geography exams. According to the author, two points were raised: geography has a very wide content and teachers have used ineffective methodologies in lessons. The researcher developed a quasi-experimental study of a non-equivalent control group. The author argued that it was not possible to have complete randomization of the participants. Intact

classes were used. The study was quasi-experimental because the researcher manipulated the independent variables of the study, which were concept mapping and outlined note-taking patterns and observed their effects on achievement.

The intact classes randomly assigned to experimental and control groups were used. Three groups were created to test the author's hypothesis. The first was experimental group one, which was taught with concept mapping notes. The second was experimental group two, which was taught with outline notes. The third was the control group and it was taught with conventional notes. At the end of the lessons, students were assessed through a national TOGAR (Test of Geography Achievement and Retention) exam. The results showed that the students of experimental group one, who learned geography with the support of the concept maps, obtained better results than the other two groups.

4.3 Qualitative and Quantitative Analysis

In order to analyze the conceptual changes of the students, Sellmann, Leifländer and Bogner (2015) propose a more viable way to analyze the concept maps of the students. They cite other studies that evaluate the concept maps of the students but believe that these analyses are not feasible for the daily routine of a teacher. This methodology to analyze the concept maps involves qualitative and quantitative analysis.

The results pointed out that the students who participated in control group, did not have conceptual changes on the subject studied climate change. Already the students who participated in the project, their concept maps showed considerable changes of concepts related to the studied subject. For the researchers the method they used is possible to apply in the day to day of a teacher, since it does not imply a great mechanical work. As a limitation of the study the small number of students that were analyzed, a larger sample would be necessary.

5 Conclusion, Limitation and Future work

The main conclusions drawn from this paper is that the concept maps are a powerful tool for teaching and learning Geography at any level of education. There were many advantages of using concept maps that possibility the teacher discovers the prior knowledge of the student and identify their cognitive advancement on a particular subject studied.

The use of concept mapping can contribute to teaching and learning in geography. It was the first hypothesis and it can be confirmed. The literature review highlights a variety of ways to show how is concept mapping in the classroom, the results are always positive when students work with concept maps to learn concepts about geography.

It is possible to analyze with quality the concept maps created by students in the classroom. It was the second hypothesis and it cannot be confirmed. Sellmann, Leifländer and Bogner (2015) presented a way to analyze the concept maps created by the students in the day life of a teacher, but it was a small study. Others studies, for instance, Rebich and Gautier (2005), Chatterjea (2008), Akbaş and Gençtürk (2011), and Okafor (2016), showed methodologies that took a lot of time to analyze the concept maps created by the students. This is an important topic to deepen, certainly, in future more study need to be done to solve this problem.

Concept mapping is very important to university student (future teachers). The results showed that a university student in geography can understand better the complex concept. University professors who use concept maps in their classes and researchers identify misconceptions from his students and can form better teachers. Besides that, the future teachers will be prepared to work with concept mapping strategy.

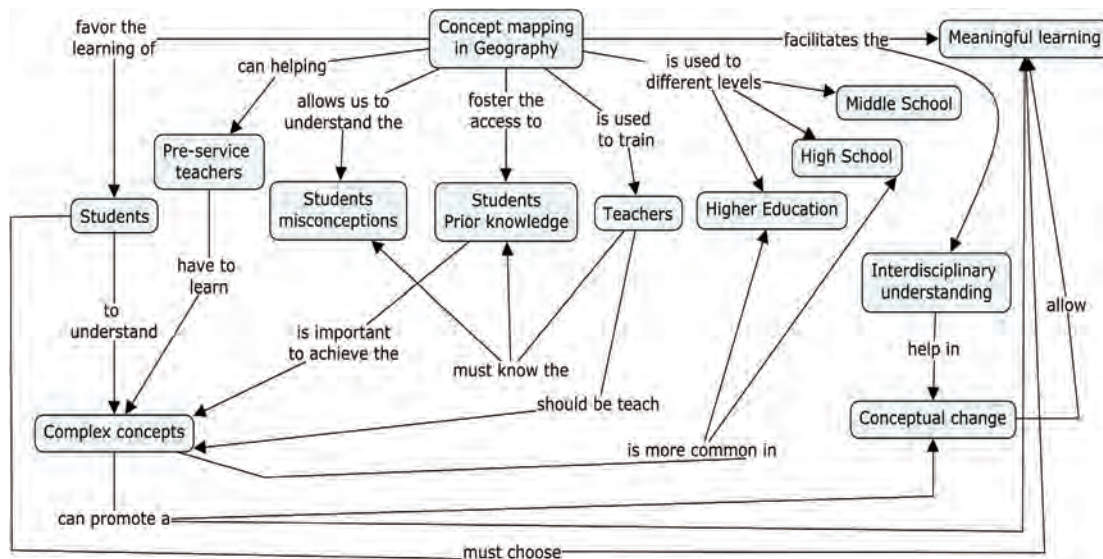


Figure 1. Concept mapping in Geography

In the concept map above (Fig. 1) we can observe what these full papers analyzed about concept mapping in geography.

Nowadays it is very difficult cover all journals, databases and publications over the world, probably we cannot fold all full papers about concept mapping and geography, it can be a limitation in this study. Nevertheless, in the future a similar study with a larger number of papers would be beneficial to confirm the findings.

The social sciences, like Geography, will be very important in the nearby future. We have to find a collective intelligence (Lévy, 2015). With the democratization of big data analysis, the next generations will see the advent of a new scientific revolution, but this time it will be in the humanities and social sciences, and the concept mapping can be an important tool.

6 Acknowledgements

This Research Project was supported by the Federal Institute of Education, Science and Technology (IFSP), grant number: 065/2017 and the Alpha Group of Research of São Paulo University (USP).

References

- Akbaş, Y., & Gençtürk. E. (2011). The Effect of Conceptual Change Approach to Eliminate 9th Grade High School Students' Misconceptions about Air Pressure. *Educational Science: Theory & Practice*. 11[4], 2217-2222.
- Amador, F., Andrade, M. J., Tavares, A. O., & Vasconcelos, C. (2012). A Percepção dos Riscos Naturais em Estudantes do Ensino Secundário: uma análise a partir de mapas conceituais. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, vol. 2(2), 42-53.
- Andrade, M. C. (1994). Uma Geografia para o Século XXI. São Paulo: Papirus.
- Bizarro, D. C. N. (2014). Corporate Uses for Concept Maps. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(1), 201-207.
- Campelo, L. F., & Piconez, S. C. B. (2016). Concept Mapping in High School: An Experience on Teaching Geography to Measure Deep, Surface and Non-Learning Outcomes. In Cañas, A., Reiska, P. & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping. Springer – Communications in Computer and Information Science (CCIS)*, 635, 29-39.

- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Gómez, G., Arroyo, M., & Carvajal, R. (2004). CmapTools: a Knowledge Modeling and Sharing Environment. In Cañas, A. J., Novak, J. D., & González (Eds.) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*, vol. I, 125-133.
- Castellar, S. M. V. (2003). O ensino de Geografia e a Formação Docente. In Carvalho, A. M. P. *Formação Continuada de Professores. Uma releitura das áreas de conteúdo*. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 103-121.
- Chatterjea, K. (2008). Using CmapTools for Integration of Concepts and a Holistic Geographic Understanding. Cañas, A. J. et al. (Eds.). *Concept Mapping – Connecting Educators. Proceedings of the Third Int. Conference on Concept Mapping*. Vol. 2, University of Helsinki, 689-696.
- Correia, P. R. M., Cabral, G., & Aguiar, J. (2016). Cmaps with Errors: Why Not? Comparing Two Cmap-Based Assessment Tasks to Evaluate Conceptual Understanding. In Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping*, Springer, CCIS, 635, 1-15.
- Cubillas, P. I. & Puerta, J. G. (2014). Revisión del Conocimiento Acumulado Sobre Mapas Conceptuales a través del Análisis de Comunicaciones Presentadas em los 5 Congressos Mundiais. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(2), 417-426.
- Daley, B. J., Conceição, S., Mina, L., Altman, B. A., Baldor, M., & Brown, J. (2008). Advancing Concept Map Research: A Review of 2004 & 2006 CMC Research. In Cañas, A. J., Reiska, P., Åhlberg, M., & Novak, J. D. (Eds.). *Concept Mapping: Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Vol. 1. Tallinn & Helsinki, 84-91.
- De Domenico, E. B. L., Porfírio, R. B. M., Cohrs, C. R., Ponto, J. A., Duarte, J. M., Mancini, F., & Pisa, I. T. (2014). Concept Map to Solve Clinical Health Cases: How We Do It. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(2), 124-131.
- Kinchin, I. M., Hay, D. B., & Adams, A. (2000). How a Qualitative Approach to Concept Map Analysis can be used to Aid Learning by Illustrating Patterns of Conceptual Development. *Educ. Res.* 42(1), 42-57.
- Kinchin, I. (2014). Concept Mapping as a Learning Tool in Higher Education: A Critical Analysis of Recent Reviews. *The Journal of Continuing Higher Education*, 62, 39-49.
- Lapp, D.A., Nyman, M.A., & Berry, L.S. (2010). Student Connections of Linear Algebra Concepts: an Analysis of Concept Maps. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(1), 1-18.
- Lee, W., Chiang, C. H., Liao, I. C., Lee, L. M., Chen, S. L., & Liang, T. (2013). The Longitudinal Effect of Concept Mapping Teaching on Critical Thinking. *Nurse Education Today*, 33, 1219-1223.
- Lévy, P. (2015). Collective Intelligence for Educators. Pierre Levy's Blog. Available at: <https://pierrelevyblog.com/2015/04/14/collective-intelligence-for-educators>.
- Marriott, R. C. V., & Torres, P. L. (2016) Formative and Summative Assessment of Concept Maps. In Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping*, Springer, CCIS, 635, 98-111.
- McLemore, B., Wenry, S., Carlson, D., Monroe-Ossi, H., Fountain, C., & Cosgrove, M. (2016). Using Concept Mapping to Assess 4- and 5- Years Old Children's Knowledge in the Robotics and Programming for Prekindergarten Project. In Cañas, A. J. Reiska, P., & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping*, Springer, CCIS, 635, 287-302.
- Moon, B., Johnston, C., Rizvi, S., & Dister, C. (2016). Eliciting, Representing, and Evaluating Adult Knowledge: A Model for Organizational Use of Concept Mapping and Concept Maps. In Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping*, Springer, CCIS, 635, 66-82.
- Monroe-Ossi, H., Wehry, S., Foutain, C., & Cobb, S. (2012). Concept Mapping Application and Assessment in an after-School Program for Adolescent Students. In Cañas, A. J., Novak, J. D., Vanhear, J. (Eds.). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping*. Vol. 1. Malta, 120-127.
- Moreira, R. (2007). *Pensar e Ser em Geografia*. São Paulo: Contexto.

- Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Okafor, G. A. (2016). Effect of Concept Mapping and Outline Note-Taking Patterns in Students Academic Achievement in Geography in Secondary Schools in Enugu South Lga of Enugu State. *Journal of Education and Practice*, vol.7(5), 53-60.
- Ratinen, I., Viiri, J., & Lehesvuori, S. (2013). Primary School Student Teachers' Understanding of Climate Change: Comparing the Results Given by Concept Maps and Communication Analysis. *Res. Sci. Educ.* 43, 1801–1823.
- Rebich, S., & Gautier, C. (2005). Concept Mapping to Reveal Prior Knowledge and Conceptual Change in a Mock Summit Course on Global Climate Change. *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n. 4, 355-365.
- Reiska, P. Möllits, A., & Rannikmäe, M. (2016). Enhancing the Value of Active Learning Programs for Students' Knowledge Acquisition by Using the Concept Mapping Method. In Cañas, A. J., Reiska, P. & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping*. Springer – Communications in Computer and Information Science (CCIS), 635, 29-39.
- Reitano, P., & Green, N. C. (2012). The Value of Concept Mapping in Developing Professional Growth in a Geography Methods Course. *International Journal of Multiple Research Approaches*, 6(2), 160-174.
- Salvi, R. F., Tomita, L. M. S., & Neto, T. F. (2014). Uso de Mapas Conceituais no Ensino de Geografia: um Exercício sobre a Dinâmica da População. *5º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*, 1076-1084.
- Schivani, M., & Pietrocola, M. (2014). Mapas Conceituais no Estudo de Organizações Praxeológicas: O Caso da Robótica Educacional no Ensino de Física. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(2), 323-330.
- Schwendimann, B. (2014). Comparing Two Forms of Concept Map Critique Activities to Support Knowledge Integration in Biology Education. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(1), 116-123.
- Schwendimann, B. (2016). Comparing Expert and Novice Concept Map Construction Through a Talk-Aloud Protocol. In Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. (Eds.) *Innovating with Concept Mapping*, Springer, CCIS, 635, 16-28.
- Sellmann, D., Liefänder, A. K., & Bogner, F. X. (2015). Concept Maps in the Classroom: A New Approach to Reveal Students' Conceptual Change. *The Journal of Educational Research*, 108, 250–257.
- Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A., & Wiley, E. W. (2005). Windows into the Mind. *High Educ.* 49(4), 413-430.
- Tarté, G. (2006). Conéctate al Conocimiento: Una Estrategia Nacional de Panamá basada en Mapas Conceptuales. In Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, vol. I, 144-152.
- Zhang, X. (2014). A Study of Effectiveness of Schematic Interactions Visualization in Advanced English Reading Teaching - A Case Study on Solo Taxonomy. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(1), 15-22.
- Wehry, S., Monroe-Ossi, H., England, R., & Fountain, C. (2010). The Development of a Select-and-fill-in Concept Map Assessment of Human Geography Knowledge. In Sánchez, J, Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.). *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*. vol. 1. Viña del Mar, Chile, 385-392.
- Wells, H., Bernal, C., & Bressington, D. (2014). Becoming a Mental Health Nurse; A Three Years Longitudinal Study. In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(1), 80-85.
- Woolcott, G., Sadeghi, R., & Chamberlain, D. (2014). Mapping Concepts in Mathematics Using Networks: There Is More Information. In Multiple Choice Items Than You Might Think! In Correia, P. R. M., Malachias, M. E. I., Cañas, A. J., Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate, Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*, vol. I(2), 346-354.

CONCEPT MAPPING TO PROMOTE MIDDLE SCHOOL STUDENTS' COHERENT UNDERSTANDING IN SCIENTIFIC INQUIRY: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY BASED ON SCOOTERS UNIT

Xiaojing Wang, Xiaoling Wang & Guoqing Zhao
Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing, China
wang1994xiaojing@qq.com, wangxiaoling1688@126.com, Guoqingzh@163.com

Abstract. Inquiry learning is one of the basic pedagogies widely used in science education. In a scientific inquiry activity, learning is sometimes not that efficient and students' understanding of science concepts is always fragmented. Concept mapping is a useful tool for representing and organizing of knowledge structures. Knowledge integration framework (KI) is a well-structured scientific inquiry pattern, suggesting a general instructional pattern that involves eliciting ideas, adding ideas, distinguishing ideas and organizing ideas. This study explores the effects of concept mapping in different knowledge integration processes (eliciting or organizing) during learning *Scooters* on WISE (Web-based Inquiry Science Environment based on KI). Seventy-one 7th grade students from two classes in a middle school from Beijing participated in this study. The result shows that concept mapping in scientific inquiry activities can significantly promote middle school students' coherent understanding of scientific knowledge. Concept mapping in eliciting phase is more likely to promote coherent understanding than in organizing phase. Moreover, Students' prior knowledge has a significant influence on the effects of scientific inquiry activities.

Keywords: concept mapping, scientific inquiry, coherent understanding, eliciting, organizing

1 Introduction

With the development of science and technology, enabling students to gain scientific inquiry experience and accumulating scientific inquiry skills have become a universal consensus in international science education community. The Next Generation Science Standards introduced by the United States and the standards of science curriculum in China both put scientific inquiry as a core idea of science education (NGSS Lead States, 2013; Ministry of Education of the People's Republic of China, 2017).

Although has its irreplaceable advantages, in a scientific inquiry class, learning is not that efficient and students' understanding of science concepts is always fragmented (Crismond, 2001). Students cannot use core science principles to improve the design or experiments. Thus, scientific inquiry class has become a craft-making class, lacking effective knowledge construction (Larmer & Mergendoller, 2010). Through class observation, it was found that in some scientific inquiry classes, teachers and students are only concentrated on inquiry process, failing to organize and internalize the embedded scientific knowledge systematically. Ultimately, they fail to form a consistent scientific knowledge system and generate a coherent understanding of science concepts. For example, in a scientific inquiry class, students were asked to explore the transformation between potential energy, kinetic energy, and thermal energy through modeling. However, students didn't form a coherent understanding of energy conservation. Thus, most scientific inquiry instructions didn't achieve the teaching goals that scientific inquiry should connect facts of daily life with scientific knowledge. Therefore, scientific inquiry activities need an effective mechanism to promote the connection between inquiry practice and knowledge construction.

Concept mapping is a useful tool for representation and organization of knowledge structures. Concept mapping can be used to evaluate existing knowledge structures as well as to construct new knowledge structures (Novak, 1985). While learning new knowledge, with the help of concept mapping, students can think more systematically and deeply about the relationship between related concepts as well as the connection between old and new knowledge, and achieve meaningful learning. By reviewing concept maps constructed by students, teachers can find gaps and then refine their instruction. Moreover, the process of concept mapping can reflect how students construct their own knowledge structure so that concept mapping can be used to examine whether students have developed a coherent understanding of the subject knowledge (Novak, 2010). Therefore, concept mapping can be embedded into the process of scientific inquiry as an assessment tool to evaluate the effects of inquiry practice as well as a scaffold to help students construct knowledge so as to help them form a coherent understanding of scientific knowledge.

However, concept mapping in scientific inquiry instruction needs to promote the learner's consistent understanding of scientific knowledge without destroying the advantages of scientific inquiry. Knowledge integration framework (KI) is a well-structured scientific inquiry pattern, suggesting a general instructional pattern

that involves eliciting ideas, adding ideas, distinguishing ideas and organizing ideas to improve coherent and accurate understanding (Linn & Eylon, 2011). To create sustainable classroom inquiry instruction, Linn's research team created the Web-based Inquiry Science Environment (WISE) (Linn, Clark, & Slotta, 2010). The projects or curriculums on WISE are designed following knowledge integration framework (Linn & Hsi, 2000). WISE is built around the theories of knowledge integration and constructivism. WISE is a digital learning environment where students can observe, analyse, experiment, and reflect while navigating WISE project and teachers can use online tools embedded on WISE to guide and evaluate students' learning process. Thus, this study developed based on knowledge integration framework on WISE.

This study aimed to enhance knowledge integration processes through concept mapping so as to promote coherent understanding in scientific inquiry instruction based on KI. Concept mapping is a potentially powerful tool to generate, visualize, distinguish and organize connections between ideas (Hamza & Wickman, 2013). This study explores effects of concept mapping in different knowledge integration processes (*eliciting* or *organizing*) on WISE. The study aims to answer two research questions:

- Can concept mapping as ideas eliciting or organizing strategies promote middle school students' coherent understanding in scientific inquiry activities?
- In which phases (*eliciting* or *organizing*), is concept mapping more likely to promote students' coherent understanding?

2 Methods

2.1 Participants

Seventy-one 7th grade students from two classes taught by one teacher in a middle school in Beijing participated in this study. There were 35 students in *eliciting* condition (22 males and 13 females) and 36 students in *organizing* condition (21 males and 15 females). Excluding the students who didn't complete pre-test or post-test, there were 31 effective samples in *eliciting* condition (18males, 13females) and 20 in *organizing* condition (10 males, 10 females).

2.2 Materials

2.2.1 Web-based Inquiry Science Environment (WISE)

The scientific inquiry instruction was carried out based on the Web-based Inquiry Science Environment (WISE, <http://wise.bnu.edu.cn>). WISE is a research-based digital learning platform that fosters exploration and scientific inquiry designed by Prof. Linn's research team at UC Berkeley. All the projects or curriculums on WISE are designed based on the knowledge integration framework. Students can observe, analyze, experiment, and reflect while navigating WISE projects. Teachers can use online tools provided by WISE to guide and evaluate the learning process.

2.2.2 Curriculum materials

Chinese version of Self-Propelled Vehicles Challenge (Scooters) WISE unit translated and revised from WISE repertory was used as the inquiry curriculum material in this study. The unit can be found at the following web address: <http://wise.bnu.edu.cn/project/254#/vle/node1>. Table 1 describes the layout of Scooters unit.

Activity number	KI	Description
1	Elicit 1.1-2.8	Students are introduced to self-propelled scooters; students design, build and test their first scooter; students try to explain why scooters can move.
2	Add & Distinguish 3.2-3.15	Students engage in inquiry activities around energy types, energy transformation and energy conservation with computer simulations.
4	Organize 4.1-5.3	Students refine their first scooters. Students reflect on the design process and write project reports.

Table 1: Layout of Scooters WISE unit

In this project, students are introduced to relevant energy concepts (potential energy, kinetic energy and thermal energy) and energy transformation and conservation. The concept map below constructed by the researcher and a science teacher shows the scientific principles of scooters movement (original: figure 1; translated: figure 2).

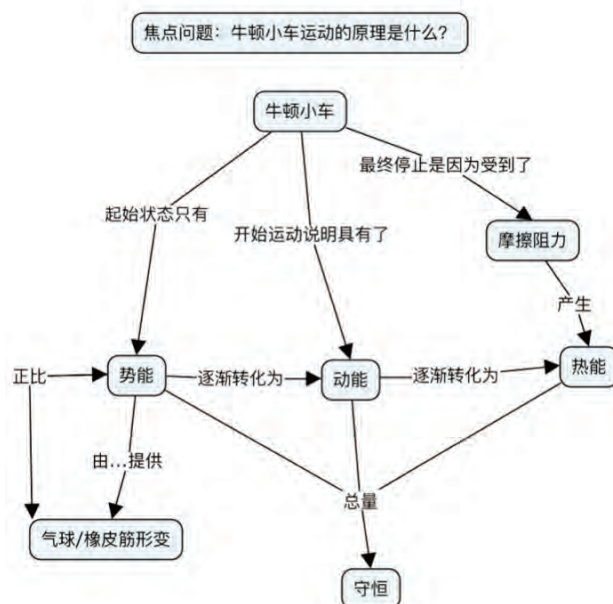


Figure 1. Concept map of energy conservation (original in Chinese)

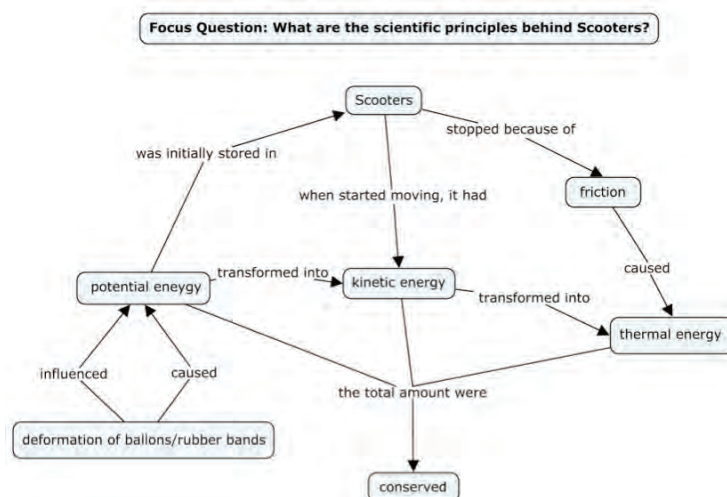


Figure 2. Concept map of energy conservation (translated into English)

2.2.3 Pre-test and post-test

The pre-test and post-test translated and revised from Linn's research team included three multi-part items involving the relationship among different types of energies (Energy Conservation Graphs, Scooter Revision Graphs, Car Performance Comparison) (Applebaum, Vitale, Gerard, & Linn, 2017). The original pre-test can be viewed at this link: <http://wise.bnu.edu.cn/project/267#/vle/node>.

Energy Conservation Graphs (Conservation). In this item, four graphs describing possible relationships between potential, kinetic, and thermal energy while a scooter is moving are presented to the students. Only graph D is correct. Students should first choose the correct graph and then answer an open response to explain their selection.

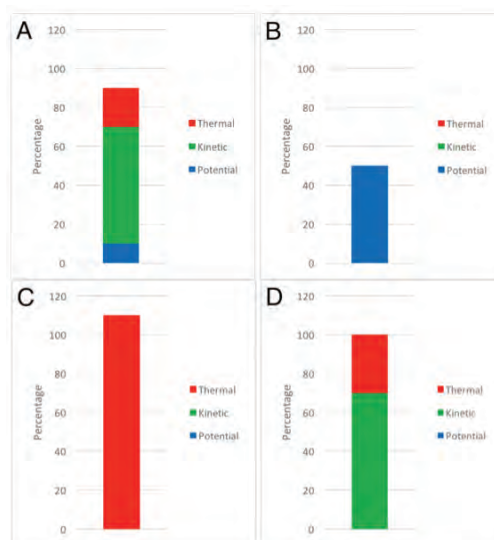


Figure 3. Graphs in *conservation* item

Scooter Revision Graphs (Revision). This item presented students with a stacked bar graph describing the distribution of energy from a scooter after two meters' movement (the graph is similar to figure 3). In addition, this item also presented two students' (Jaden & Jordan) plans for revising their scooters in order to go farther. Jaden wants to reduce friction, while Jordan wants to make the wheels bigger. In this item, students will answer 5 questions. Students should first guess whether the car could travel farther than 2 meters based on the energy graph and explain their reasoning. Then, students should choose who they agree with (Jaden(correct), Jordan, both or neither). After selection, students should indicate which type(s) of energy will NOT change after the revision (potential energy) and explain how the graph will change. Finally, students should explain their selections.

Car Performance Comparison (Comparison). In this item, students are presented with "Liz and Destiny each built a rubber band car. Liz's car had more potential energy, but Destiny's car travelled a farther distance." Students should first list the reasons as much as they can to explain the phenomenon. Then, they should choose one reason and explain how the reason affects the transformation of potential energy towards thermal energy in detail.

2.3 Procedure

The procedure of this study is depicted in figure 4 below. The whole research took 10 class periods.

Concept map training. A 4-class periods-training on concept mapping was first carried out to students in both conditions. The training consists of three tasks to guide learners to generate, critique, and revise concept maps. The goal is that learners can draw concept maps expertly and independently. Scores of the last concept map students constructed were used to measure students' concept mapping abilities.

Pre-test and post-test. Students completed pre-test and post-test on WISE independently in 30 minutes before and after WISE instruction.

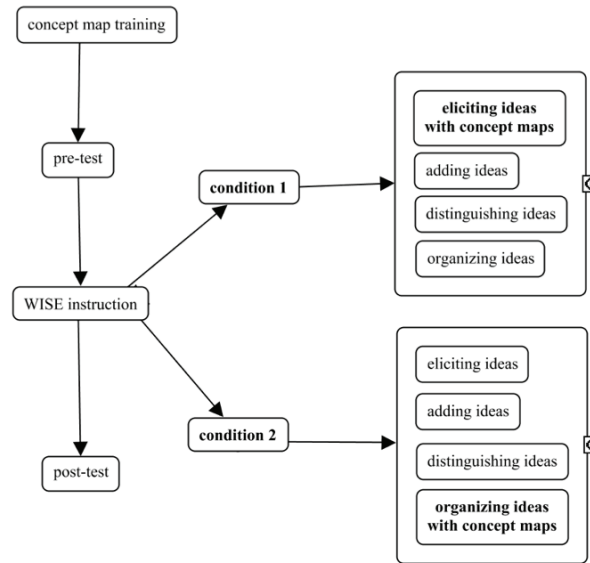


Figure 4. Research procedure

WISE instruction. Students completed the online *Self-Propelled Vehicles Challenge* (Scooters) unit in groups. These groups were typically dyads, while in some cases students worked alone. The whole inquiry instruction took 6 class periods. Students were asked to fill a given concept map (figure 5 & figure 6) about energy transformation and conservation in *eliciting* or *organizing* phase. After the students completed the concept map, they first received a feedback from other groups and revised their maps. Then, the teacher showed a concept map constructed by expert to the students. The students revised their maps based on the map constructed by expert. The construction and revision of concept maps were on paper.

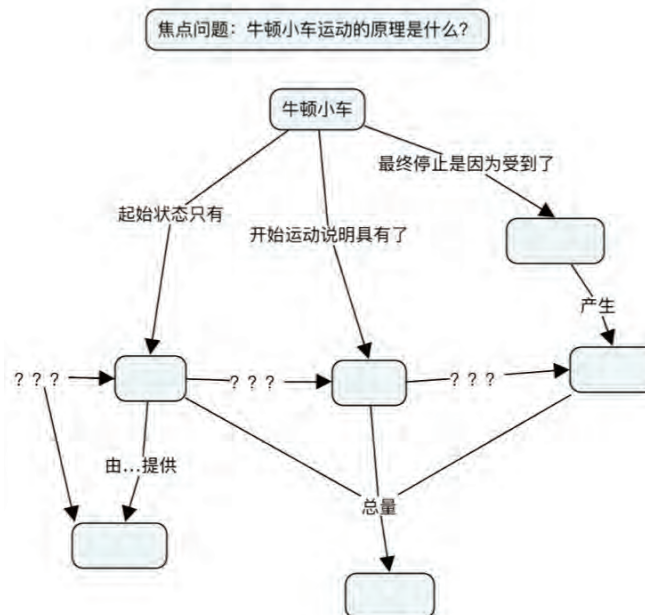


Figure 5. Concept map given to students (original in Chinese)

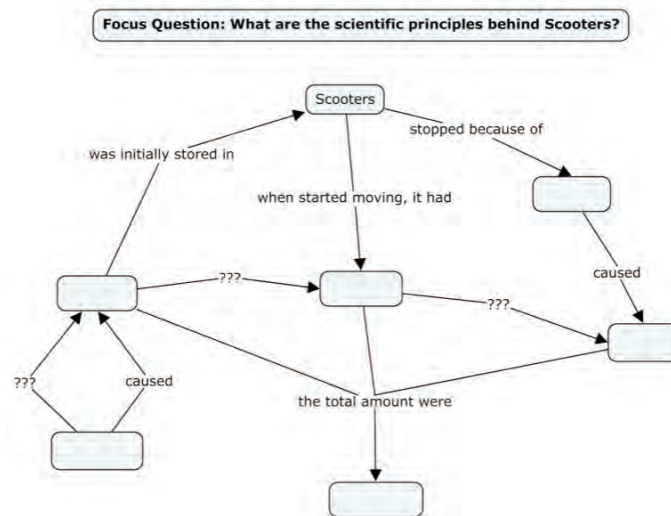


Figure 6. Concept map given to students (translated into English)

2.4 Rubrics and coding

All open response items in pre-test and post-test were coded with a knowledge integration rubric to determine a score that reflected the coherency of the response. All open response items were scored on a 5-point scale (Table 2 for example). All works were scored by two coders. Inter-observer reliability test showed that the scores given by the two coders reached acceptable levels for both pre-test and post-test of two conditions [*eliciting*: $n=31$, pre-test-icc=0.846, post-test-icc=0.880; *organizing*: $n=20$, pre-test-icc=0.859, post-icc=0.868]. The scores of concept maps were given by comparing with an expert concept map.

score	Description	Example
0	No answer	...
1	Off task	I don't know.
2	Irrelevant or Non-normative ideas	Everything in the graph changed because if you change one thing on the car it will change everything on the graph.
3	Unelaborated links between ideas, or partial idea	More friction will produce more thermal energy.
4	One scientifically valid link between two ideas	The potential energy didn't change because less friction doesn't have more energy stored.
5	Two or more scientifically valid links between ideas	The potential energy didn't change because potential energy is associated with the deformation of rubber bands only. They didn't change the rubber bands.

Table 2: Knowledge integration rubrics

3 Results and discussion

3.1 Pre-test and Post-test

To determine whether the *Scooters* WISE unit can effectively promote students coherent understanding of energy concepts, a paired t-test showed that there is a significant increase between pre-test and post-test in both *eliciting* and *organizing* condition (see table 3). Thus, concept mapping during *Scooters* inquiry unit can promote students' (in both condition) coherent understanding of energy concepts.

KI		Pre-test		Post-test		Paired t-test		
condition	n	Mean	SD	Mean	SD	Mean(Post-Pre)	SD	P-Value
organizing	20	8.15	3.82	14.58	5.87	6.43	4.00	0.000
eliciting	31	8.71	3.42	16.16	6.85	7.45	6.58	0.000
total	51	8.49	3.55	15.54	6.47	7.05	5.68	0.000

Table 3: Paired t-test

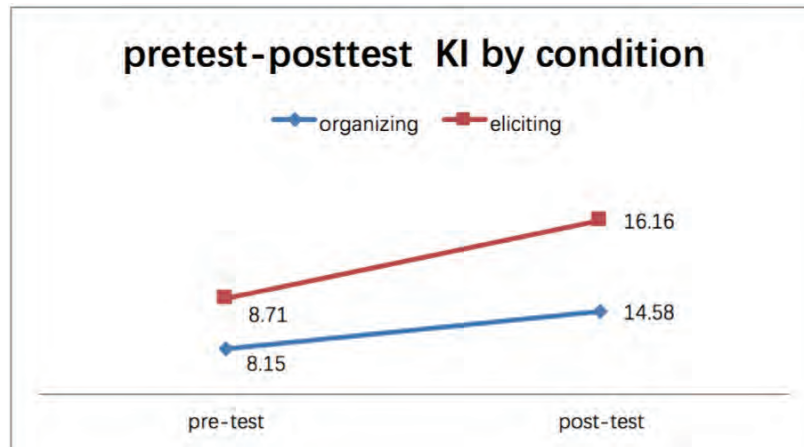


Figure 7. Comparison of pre-test and post-test scores

3.2 Differences of Mean Scores

A t-test performed on the pre-test showed there were no significant differences by condition ($t(49) = -0.539$, $p > 0.05$).

To determine the effects of the two conditions, a liner mixed effect analysis was conducted using the mean pre-test scores, concept mapping scores as the independent variables, the mean post-test scores as the dependent variable, the condition (*eliciting* or *organizing*) as the grouping variable. The regression results showed that there was a significant positive correlation between pre-test and post-test ($SE = 0.663$, $p = 0.000 < 0.001$), and concept map scores and post-test ($SE = 0.020$, $p = 0.000 < 0.001$). Concept mapping in different phases was positively correlated with post-test, but not significant ($SE = 0.239$, $p = 0.093$). The results showed that the pre-test scores and concept mapping scores have a significant impact on the post-test scores. Students in *eliciting* condition received higher scores than *organizing* condition, but the difference was not significant.

Dependent variable:	Estimate	Std.error	t-value	p-value
post-test				
condition	0.239	0.140	1.712	0.093
Pre-test	0.663	0.175	3.783	0.000
Cmap	0.020	0.003	6.175	0.000
Constant	(0.399)	0.276	(1.445)	0.155

Table 4: Liner mixed effect analysis results

Meanwhile, a related analysis of post-test, pre-test, concept mapping scores and condition (*eliciting* or *organizing*) was conducted (see table 5). Students in *organizing* condition had a higher concept mapping scores but a lower pre-test score. However, comparing the gain scores, there was a significant difference in favor of students in *eliciting* condition. Thus, concept mapping and prior knowledge can promote knowledge integration, but the effect of prior knowledge is more important.

	Post-test	Pre-test	condition	Cmap
Post-test	1	0.48	0.119	0.641
Pre-test	0.48	1	0.077	0.17
condition	0.119	0.077	1	-0.122
Cmap	0.641	0.17	-0.122	1

Table 5: Related analysis results

3.3 Differences of Each Item

The previous analysis showed that there was no significant difference between conditions based on the overall scores. In order to further explore the difference between two conditions, analyses of each item were conducted.

The results of paired t-tests of gains in each item (*conservation*: $M = 1.431$, $t = 5.97$, $P = 0.000 < 0.001$; *revision*: $M = 3.294$, $t = 6.88$, $P = 0.000 < 0.001$; *comparison*: $M = 2.324$, $t = 7.46$, $P = 0.000 < 0.001$) showed that concept mapping can significantly promote the understanding of the coherent understanding of scientific knowledge in both conditions. A mixed-effects regression test was conducted on each item which showed that there was a significant positive correlation between the concept mapping scores and post-test scores (*conservation*: $\beta = 0.033$, $t = 3.147$, $P = 0.003 < 0.05$; *revision*: $\beta = 0.095$, $t = 5.449$, $P = 0.000 < 0.05$; *comparison*: $\beta = 0.059$, $t = 4.720$, $P = 0.000 < 0.05$).

In *revision* and *comparison* items, the pre-test scores were significantly positively correlated to the post-test scores (*revision*: $\beta = 0.445$, $t = 2.822$, $P = 0.007 < 0.05$; *comparison*: $\beta = 0.603$, $t = 2.534$, $P = 0.015 < 0.05$). For *conservation* item, the correlation between pre-test and post-test scores were not significant ($\beta = 0.154$, $t = 0.474$, $P = 0.637 > 0.05$). In *conservation* item, four graphs that describe possible relations between potential, kinetic, and thermal energy while a scooter is moving were displayed, which is more abstract to students. The difficulty of this item didn't match students' current knowledge level.

In *conservation* and *comparison* items, students in *eliciting* condition got a higher score than *organizing* condition, but the difference was not significant (*conservation*: $\beta = 0.474$, $t = 1.039$, $P = 0.304 > 0.05$; *comparison*: $\beta = 0.254$, $t = 0.468$, $P = 0.642 > 0.05$). In *revision* item, there was a significant positive correlation between the condition and the post-test scores ($\beta = 1.518$, $t = 1.945$, $P = 0.058 < 0.01$), showing that concept mapping in *eliciting* is better than *organizing*. *Revision* item was more concerned with the concepts and relationships. Besides, students' concept map scores have a significant influence on the post-test scores of *revision* item ($\beta = 0.095$, $t = 5.449$, $P = 0.000 < 0.05$), which confirmed the revision item was more organized than other items (previous study showed that concept mapping are better for building organized knowledge (Novak, 1989). Therefore, it can be considered that concept mapping in *eliciting* phase has a significant effect on the knowledge integration of more organized scientific concepts and knowledge.

	conservation			revision			comparison		
	β	t	P	β	t	p	β	t	p
Cmap	0.033	3.147	0.003	0.095	5.449	0.000	0.059	4.720	0.000
Condition	0.474	1.039	1.039	1.518	1.945	0.058	0.254	0.468	0.642
Pre-test	0.154	0.474	0.637	0.445	2.822	0.007	0.603	2.534	0.015

Table 6: Comparison by items

4 Conclusions

This study employed concept mapping to facilitate different knowledge integration processes (eliciting or organizing) and promote coherent understanding in scientific inquiry instruction based on Scooters unit on WISE. The conclusions are as follows:

1. Concept mapping can significantly promote coherent understanding of scientific knowledge in middle school students' scientific inquiry instruction. The result shows that concept mapping in eliciting or organizing knowledge integration phase can both significantly promote students' knowledge integration. In previous study,

researchers used concept mapping in adding ideas and disguising ideas based on a biology WISE unit of middle school students, which shows that concept mapping can significantly promote knowledge integration (Schwendimann & Linn, 2016). Therefore, based on the results of this research and findings of previous study, it is believed that concept mapping as scaffolds during scientific inquiry activities can promote knowledge integration and students' coherent understanding of scientific knowledge.

2. Students' prior knowledge has a significant influence on the effect of scientific inquiry activities. Students who have a higher-level prior knowledge achieve a higher knowledge integration level after inquiry practice. Concept mapping can promote knowledge integration, but the effect is dependent on students' concept mapping ability as well as prior knowledge level. The prior knowledge integration level of students has a greater influence on the effect of knowledge integration promotion. Students who have a higher-level prior knowledge achieve a higher knowledge integration level after inquiry practice, which shows that students are more willing to learn the scientific knowledge they already know.

3. Concept mapping in eliciting phase is more likely to promote coherent understanding than in organizing phase. Based on the comparison of post-test scores of both conditions, it was found that concept mapping in eliciting phase is more effective for promoting knowledge integration and coherent understanding, especially for more organized scientific concepts and knowledge.

Future studies will focus on: (1) concept mapping to facilitate knowledge integration based on different WISE projects or off-line inquiry practices; (2) using computer-based concept mapping instead of paper-and-pencil task; (3) comparing the effects of different forms of concept mapping (such as constructing, filling and criticizing concept maps) on knowledge integration in scientific inquiry activities.

References

- Applebaum, L. R., Vitale, J. M., Gerard, E., & Linn, M. C. (2017). Comparing Design Constraints to Support Learning in Technology-guided Inquiry Projects. *J. of Educational Technology & Society*, 20(4), 179–190.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791–820.
- Hamza, K. M., & Wickman, P.-O. (2013). Student Engagement with Artefacts and Scientific Ideas in a Laboratory and a Concept-Mapping Activity. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2254–2277.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. H. (2010). Seven essentials for project-based learning. *Educational Leadership Journal of the Department of Supervision & Curriculum Development N.e.a*, 68(1), 34–37.
- Linn, M. C., Clark, D., & Slotta, J. D. (2010). WISE design for knowledge integration. *Science Ed.*, 87(4), 517–538.
- Linn, M. C., & Eylon, B.-S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. New York: Routledge.
- Linn, M. C., & Hsi, S. (2000). *Computers, Teachers, Peers: Science Learning Partners*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, 10 Industrial Avenue, Mahwah, NJ 07430.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- Novak, J. D. (1989). Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19(1), 29–52.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations.*, New York: Routledge.
- Novak, J. D. (1985, January). Concept mapping and Vee diagramming as tools to improve instruction and to help students learn how to learn. In *American Journal of Botany* (Vol. 72, No. 6, pp. 978-979). PO BOX 299, ST LOUIS, MO 63166-0299 USA: BOTANICAL SOC AMER INC.
- Schwendimann, B. A., & Linn, M. C. (2016). Comparing two forms of concept map critique activities to facilitate knowledge integration processes in evolution education. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1).
- Ministry of Education of the People's Republic of China. (2017). *New elementary school science curriculum standards of China*.

CONCEPT MAPS WITH ERRORS AS AN ASSESSMENT TASK IN ELEMENTARY SCHOOL

Ronise R. Corrêa, Thalita S. Nascimento, Raíssa S. Ballego & Paulo R. M. Correia
Universidade de São Paulo, Brazil
Email: prmc@usp.br

Abstract. The use of concept map as an evaluation tool in elementary education is a differentiating factor that helps the teacher's work to understand how the student learns and modifies his knowledge structure from previous knowledge. Our research group is a pioneer in the development of tasks based on the use of concept maps with errors (CMap/E). In this model of assessment, teacher is the one who elaborates the CMap and, in doing it, intentionally inserts propositions with conceptual errors. In this situation, the student's knowledge structure is not self-declared, but can be inferred from the identification (or not) of these errors, which come from their performance in the task. The purpose of this work was to verify the effectiveness of CMaps/E task as an evaluation tool in science teaching in the final years of elementary school according to the Brazilian curricular basis. For this, 45 CMaps/E and 45 true or false tests were collected. The subject covered in this evaluation was Chemical Functions. The true or false test was used to verify the existence of correlation between the students' responses in this task and in the CMap/E. After this verification, the students' performance in the CMap/E task was used to classify the propositions in easy, moderate and difficult, through descriptive statistical analysis. The results showed that CMap/E is useful as an assessment tool in elementary school, and allow the teacher to extract relevant information about the students' conceptual understanding quickly and accurately.

Keywords: concept maps with errors, assessment, Science teaching, elementary school

1 Introduction

Teachers face several challenges in their pedagogical practice, from curricular organization, teaching work planning, complementary activities and structuring of the evaluation process and interlacing the objectives with the instruments used to obtain information about the students' performance in relation to their own learning process.

The use of evaluation tools that do not rely only on superficial memorization is one of the current educational challenges (Toigo, Moreira & Costa, 2012). A tool used for teaching and evaluation purposes is the concept map (CMap) that allows structuring information for the knowledge's construction (Kinchin, 2016; Moon et al., 2011; Novak, 2010). The CMap can be a teaching resource incorporated into the classroom daily routine, in order to provide various information from those afforded by other instruments. Ruiz-Primo & Shavelson (1996) point out that the evaluation tasks involving CMaps should provide:

- i. a task that invites the student to provide information about their knowledge structure in a specific domain;
- ii. an appropriate response format for the task, and
- iii. an appropriate scoring system for the teacher to assess student performance.

For the elaboration of a concept map that benefits the characteristics pointed out by Ruiz-Primo and Shavelson (1996), there is a need for training in the technique (Aguilar, 2012) of CMaps so as to be synthetic and well explanatory. However, some factors interfere in this training; among them, the demand of enough time for the execution of the activity (must be compatible to the minimum time necessary to train the students in the task of preparing the CMaps). In addition, time spent by the teacher for the correction and evaluation of each CMap made by his students, in some cases hundreds of CMaps, according to the class size (McClure et al., 1999). However, such problems are minimized when the teacher prepares the CMap for use in the evaluation.

1.1 Elementary school: The concept maps with errors in the discipline of Sciences

The teaching of science is a multifaceted and relevant discipline to relate and interlink the experiences that occur with the environment, with the human being and the technological transformations present in our society. Bizzo (2009) states that teaching science is a way of comprehension and understanding the world. The author also states that it is only by teaching science that students can understand the importance of scientific knowledge, since the discipline of science offers a more scientific view of the real world. Moreover, it is in the school context, in elementary school, that scientific knowledge begins to be developed. The school scientific knowledge in primary education makes possible to construct relations, orientation to citizenship, the formation of active citizens, consumers and responsible users of new technologies (Viecheneski & Carletto, 2012). Thus, "the teaching of science in the school is of vital importance and has its results improved if it enlarges its action already in the first years of the elementary school" (Malacarne & Strieder, 2009).

The concept map is a viable tool to visualize the students' alternative conceptions and favors a teacher's mediation of the learning process with the purpose of adjusting the student's knowledge structure with new conceptual relations about scientific knowledge in the Sciences classes. The use of the concept map in the classroom in elementary school - final years - is not a common task. According to Toigo, Moreira e Costa (2012), concept maps in general are used in higher and secondary education (high school) rather than in elementary education. In such manner, using the concept map as an evaluation tool in elementary education is a differentiating factor that helps the teacher to understand how the student learns and modifies his knowledge structure from previous knowledge.

Concept maps are graphical tools for organizing and representing knowledge by indicating the relations between concepts. They can be used in many different ways to assess the individual's understanding. The concepts are representative aspects that describe and particularize a regularity or an object, being presented by words and/or expressions inside geometric figures. The relationships between them are indicated by lines with arrows, to which are attached explanatory phrases - link phrases - that interlink and give meaning to the keywords (Cañas et al., 2000; Novak, 2010; Davies, 2011).

Our research group is a pioneer in the development of tasks based on the use of concept maps with errors (CMap/E). In this model of evaluation, the teacher is the one who elaborates the CMap and, in so doing, intentionally inserts propositions with conceptual errors. When teachers create their CMaps with errors to be identified by students, the spending time is decreased in many ways (Figure 1). In this situation, the student's knowledge structure is not self-declared, but can be inferred from the identification (or not) of these errors, that comes from their performance in the task (Correia et al, 2016). In the conceptual map with error, the teacher structures the map correctly according to the content addressed and then changes some words in the link phrases so that the proposition become incorrect (it is possible to see examples in Figure 2 in the next section). Then, the task for the student is to find these errors and correct the proposition to form an appropriate semantic unit. The purpose of this work is to verify the effectiveness of the concept mapping with errors task as an evaluation tool in the science teaching in the final years of elementary school according to the Brazilian curricular basis.

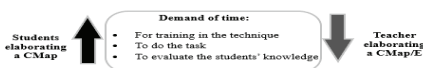


Figure 1: Demand of time need when students elaborate a CMap and when the teacher elaborates a CMap/E. When students do the map the use of time is higher than when the teacher prepares a CMap/E.

2 Methods

2.1 Materials

The collection of CMaps (n=45) and the true/false test (n=45) occur during the Sciences class offered within the curriculum of basic education at a school located in Paraná State, Brazil, for student of 9th grade of elementary school. The students' age average is 14 years old. The topic addressed in the evaluation was Chemical Functions involving four basic contents: (i) acids; (ii) bases; (iii) salts and (iv) oxides.

The teacher elaborated the CMaps containing 28 propositions and later modifications in 14 linking phrases were made to include conceptual errors at propositions 1, 3, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 22, 24, 28 (Figure 2). Another evaluative instrument used was the true or false test (t/f), which was also elaborated by the teacher and contained the same content as those on the propositions of the concept map. Students should read and mark if the statements as true or false according to their understanding (Table 1). To avoid random responses, students had the option of "I prefer not to answer" in all statements. In both tasks, students should explain why the proposition and the statement were incorrect.

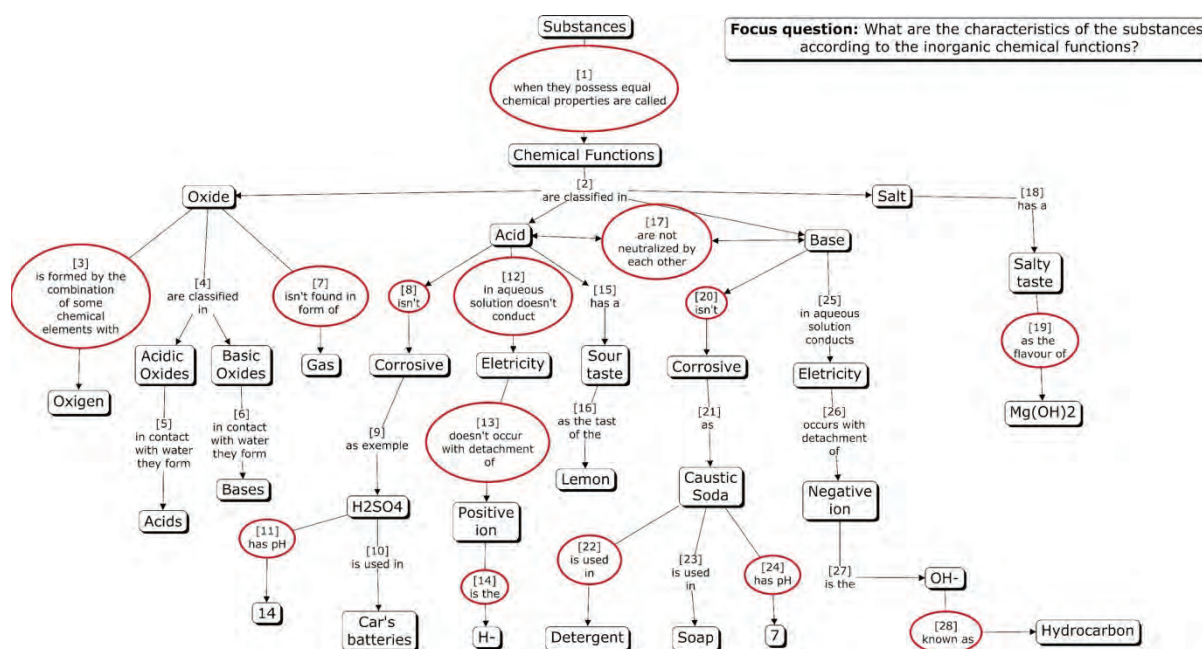


Figure 2. Full concept map with error used for the assessment. The incorrect propositions are in red circles. This map has been translated from Portuguese.

2.2 Data Collection and Procedures

The materials were collected in two different days (Figure 3):

- On the first day, the t/f was collected. Students received a sheet with a standard header from the educational institution and instructions for doing the activity. The teacher read aloud the instructions as she distributed the activity. Then clarified that the students should indicate if the sentence was correct or not and if they had doubts they could indicate in a maximum of 3 times the “I prefer not to answer” option. The time for reading the instruction of the task and clarify doubts lasted 10 minutes and the time for the realization of the task was 40 minutes (total time of a lesson);
- On the second day, the CMap containing the incorrect propositions was collected. The instruction procedure was the same as the previous day and the time to perform as well.

2.3 Data Analyses

2.3.1 Validation of CMap/E as an evaluation tool

Our research group believes in the potential of the CMap/E as evaluation activity, to support our belief we did a validation to show the potential of this tool, once the t/f task is a traditional and widely used evaluation tool.

The students' response to the exercise using CMap/E was coded as follows: 1 point for each identified error and no point for unidentified errors when it came to incorrect propositions. The correct propositions were also considered, since they had subjects corresponding to the t/f statements. In these cases, the student received 1 point for considering it correct and no point for considering it wrong. The students' response to the t/f was simply codified: they received 1 point when judging properly the statement, and 0 when making a mistake.

1	SUBSTANCES has proprieties called CHEMICAL FUNCTIONS	15	SALT is also a CHEMICAL FUNCTION
2	CHEMICAL FUNCTIONS are classified as ACID, BASE, SALT AND OXIDE.	16	BASE is CORROSIVE.
3	ACID has a SOUR TASTE.	17	CORROSIVE as CÁUSTIC SODA
4	SOUR TASTE as the flavour of LEMON.	18	CÁUSTIC SODA is used in DETERGENTS e SOAP.
5	ÁCID is CORROSIVE.	19	CÁUSTIC SODA has pH 7.
6	CORROSIVE as, H ₂ SO ₄ .	20	BASE in aqueous solution conducts ELETRICITY.
7	H ₂ SO ₄ is used in CAR'S BATTERIES	21	ELETRICITY with detachment of NEGATIVE IONS.
8	H ₂ SO ₄ é has pH 6.	22	NEGATIVE IONS as OH ⁻
9	ÁCID in aqueous solution conducts ELETRICITY.	23	OH ⁻ is known as HIDROXYL.
10	ELETRICITY with detachment of POSITIVE IONS.	24	BASE has an ASTRINGENT TASTE.
11	POSITIVE IONS as H ⁺	25	ASTRINGENT TASTE is a characteristic of GREEN BANANA flavour.
12	ACID neutralizes BASE as result they form SALT.	26	ÓXIDE is found in the form of GAS.
13	SALT has a SALTY TASTE.	27	ÓXIDE is formed by the combination of a chemical element with OXIGÊN.
14	SALTY as the flavour of Mg(OH) ₂	28	OXIDE reacts with water to form ACIDIC OXIDES and BASIC OXIDES.

Table 1: True or false tests used for the assessment. These statements were translated from Portuguese.

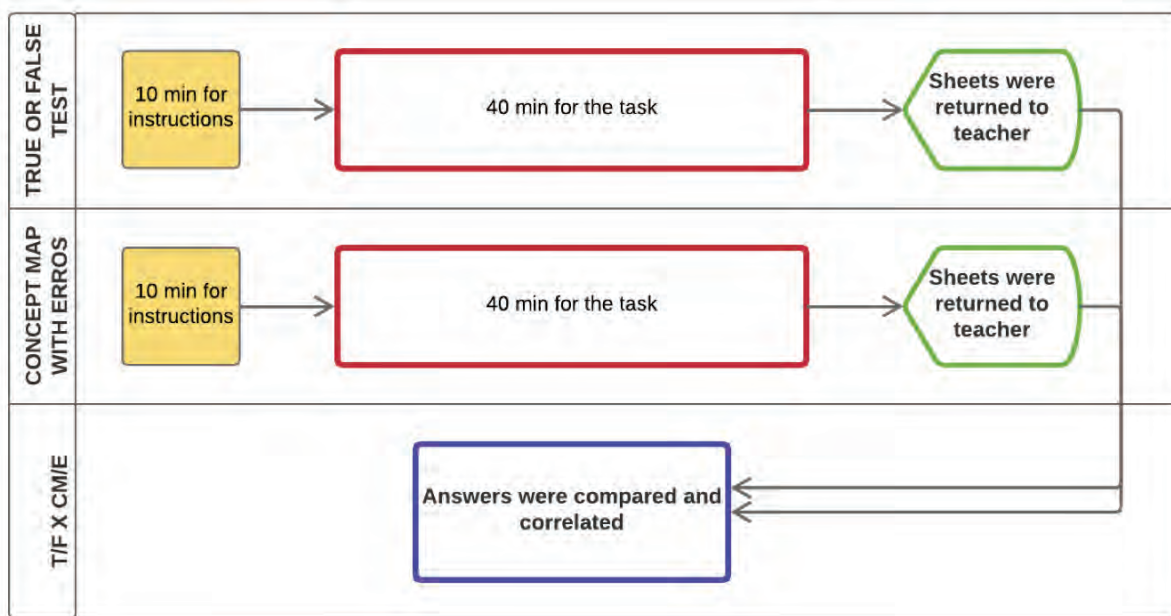


Figure 3. Chart that shows how was the collection materials procedures.

The combination of responses in the activity with CMap/E and in t/f resulted in a numerical pair (x, y), where x refers to a CMap proposition and y refers to t/f. This allowed us to verify the validation of the activity, where (0,0) and (1,1) confirm the validation and (0,1) and (1,0) do not confirm the validation as follows:

- (0,0): Student did not identify the error on the concept map and mistaken in the t/f statement;
- (1,1): Student identified the error on the concept map and answered correctly the statement;
- (0,1): Student did not identify the error on the concept map answered correctly the statement.
- (1,0): Student identified the error on the concept map and mistaken in the t/f statement;

The frequency was calculated for each of these numerical pairs.

2.3.2 Getting information from the CMap with errors assessment task

The performance of students was used to classify the propositions into easy, moderate and difficult.

A matrix S (45x28) containing the students' answers for all propositions in the CMap/E was used to run the hierarchical cluster analysis (HCA) using the Pirouette v. 4.5 (Infometrix, Bothell, WA, USA). All answers in this matrix were coded using 0 and 1 to represent not found and found errors by the students, respectively. The aim was to look for natural groups of students with similar response patterns.

3 Results and Discussion

3.1 Validation of CMap/E as an Evaluation Task

Table 2 describes the results obtained (mean and standard deviation) for each of the four numerical pairs considered in this study, those that confirm the validation (0,0 and 1,1) and those that do not confirm the validation (1,0 and 0,1). There is also a comparison between the frequencies found for the propositions that were correct and those that were wrong.

Comparison of propositions Mean (SD)	Categories that confirm validation		Categories that do not support validation	
	0,0	1,1	1,0	0,1
With error (n=14)	31% (25%)	34% (29%)	14% (17%)	20% (19%)
Without error (n=14)	4% (5%)	61% (24%)	26% (22%)	4% (5%)
All (n=28)	18% (23%)	47% (29%)	20% (20%)	12% (16%)

Table 2: Global analysis of the exercise considering the correct propositions and propositions with error.

Considering all the propositions of CMap/E (n=28), a total of 65% of validation was obtained. Among these, 47% validate for the good performance of students in CMap/E and t/f task (1,1) and 18% validate for error in both tasks (0,0).

The analysis also revealed that 32% of the propositions were not valid. Among them, 20% refers to the students who identified the error in the concept map and mistaken in the t/f statement (1,0) and 12% are referring to those who did not identify the error on the conceptual map answered correctly the statement (0,1). These results are important because they reveal information to the teacher about the quality of their assessment materials. For example, the 1,0 category (good performance in CMap and poor performance in t/f task) informs the teacher that in the t/f task are statements that could be clearer written, since students correctly judge propositions carrying the same content in CMap/E. That is, students understand content as long as it is within a context.

Therefore, the CMap/E is a valid assessment task because: (i) Results obtained with this task are similar to the results obtained from t/f task in 65% of cases. (ii) The CMap/E decreases the ambiguities that can occur when a statement is isolated, since CMap/E puts all content within the same context by responding to a focal question.

3.2 Students' Understanding Evaluation

The frequency results for the numerical pairs confirmed the validation of the activity with CMap/E in 65% of the propositions. With this result was made a hierarchical cluster analysis (HCA) using the Pirouette v. 4.5. The students' scores in the 28 propositions of the CMap/E were considered, obtaining a data matrix 45X28.

The HCA confirmed the existence of 3 groups of propositions with similarity 0.659. These groups were characterized as easy propositions, moderate and difficult, according to the students' performance in each one. The relation of the propositions belonging to the 3 groups found in the HCA was as follows:

- Easy propositions:
 - P2: *Chemical Functions* – are classified in → *Oxide, Acid, Base and Salt*
 - P4: *Oxide* – is classified in → *Acidic Oxides & Basic Oxides*
 - P7: *Oxide* – isn't found in form of → *Gas*
 - P8: *Acid* – isn't → *Corrosive*
 - P9: *Corrosive* – as example → *H₂SO₄*
 - P10: *H₂SO₄* – is used in → *Car's batteries*
 - P15: *Acid* – has a → *sour taste*
 - P16: *Sour taste* – as the taste of the → *Lemon*
 - P17: *Acid* – are not neutralized by each other → *Base*
 - P18: *Salt* – has a → *Salty taste*
 - P21: *Corrosive* – as → *Caustic Soda*
 - P23: *Caustic Soda* – is used in → *Soap*
 - P25: *Base* – in aqueous solution conducts → *Electricity*
 - P26: *Electricity* – occurs with detachment of → *Negative ion*
 - P27: *Negative ion* – is the → *OH⁻*
- Moderate propositions:
 - P5: *Acidic Oxides* – in contact with water they form → *Acids*
 - P6: *Basic Oxides* – in contact with water they form → *Bases*
 - P12: *Acid* – in aqueous solution doesn't conduct → *Electricity*
 - P13: *Electricity* – doesn't occur with detachment of → *Positive ion*
 - P14: *Positive ion* – is the → *H⁺*
 - P20: *Base* – isn't → *corrosive*
- Difficult propositions:
 - P1: *Substances* – when they possess equal chemical properties are called → *Chemical Functions*
 - P3: *Oxide* – is formed by the combination of some chemical elements with → *Oxygen*.
 - P11: *H₂SO₄* – has pH → *14*
 - P19: *Salty taste* – as the flavour of → *Mg(OH)₂*
 - P22: *Caustic Soda* – is used in → *Detergent*
 - P24: *Caustic Soda* – has pH → *7*
 - P28: *OH⁻* – known as → *Hydrocarbon*

Figure 4 shows the percentage of students who judged correctly each proposition. The black bars indicate the propositions with errors while the gray bars indicate correct propositions.

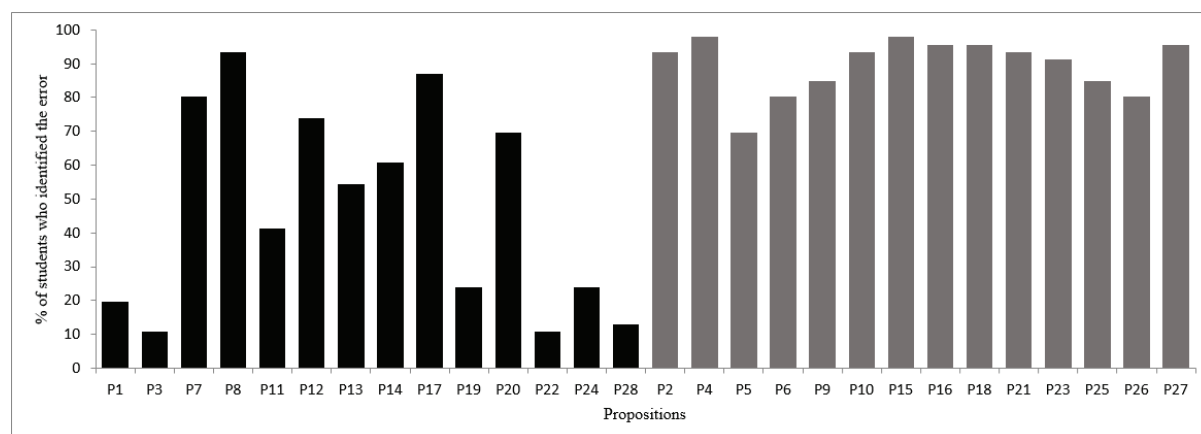


Figure 4. Graph obtained from performance of students in the judgment of propositions. The black bars indicate the propositions with errors while the gray bars indicate correct propositions.

The propositions where the students had the highest performance were the 4 and 15, both with 97.8% accuracy. Proposition 4 (*Oxide – is classified in → Acidic Oxides & Basic Oxides*) involved the progressive differentiation of the CMap that carried information about the oxides. While proposition 15 (*Acid – has a → sour taste*) involved the branching of the CMap that treated the acids. The propositions 8, 9, 10, and 16 were also in the group of easy propositions, these propositions carried content about the acids as well. Therefore, the CMap/E task showed the teacher that, in general, students are able to understand the content of the acids well.

In elementary school, according to the Brazilian curricular basis, it is usually the students' first contact with concepts about inorganic chemical functions. However, in general, students already have previous knowledge about acids, because they often hear that "lemon is an acid fruit," then relate acid to sour and corrosive things. It is known that previous knowledge is a key point for meaningful learning (Ausubel, 2000), and for this reason, students can achieve a good performance in propositions that bring concepts about acids.

The opposite occurs with propositions about the bases. It is not common for students to hear that bases are also corrosive; usually they assume that the base is the opposite of acid. For this reason, proposition 20 (*Base - isn't → corrosive*) is among the moderate propositions, with 69.5% accuracy. Moreover, among the moderate propositions, there were those that carried introductory concepts of electrochemistry, for example proposition 12 (*Acid - in aqueous solution doesn't conduct → Electricity*). According to the Brazilian curricular basis, students will learn electrochemistry in more depth in high school. Therefore, it was expected that the students would have difficulty in judging the propositions related to this topic.

The difficult propositions are those that carry nomenclatures of chemical functions. For example, proposition 28 (*OH- – known as → Hydrocarbon*) got 13.0% accuracy, and proposition 19 (*Salty taste – as the flavour of → Mg(OH)₂*) got 23.9% accuracy. The equivalent result was observed in propositions about pH as proposition 24 (*Caustic Soda – has pH → 7*), with a success of 23.9%. These results show the exact content that needs to be reinforced with the class, revealing valuable information to the teacher about the difficulties of their students, allowing him to intervene and provide feedback to his students more quickly and accurately.

Precise and timely feedback is critical to foster pedagogic resonance, i.e., the bridge between teacher knowledge and student learning. The need for rapid intervention is clear to avoid the accumulation of conceptual problems that undermine deep learning (Kinchin, Lygo-Baker & Hay, 2008; Trigwell & Shale, 2004; Novak, 2002). We believe that CMap/E is an innovative and effective assessment tool in enabling the teacher to obtain such detailed information about the conceptual understanding of their students during the teaching process.

4 Conclusion

Misconceptions made by students during the teaching-learning process in science become an important moment for the detection of learning obstacles. The actions of finding them, understanding them, determining their causes and

negotiating meanings are indispensable tasks for the teacher, and can be facilitated by the use of CMap/E. Especially when the number of students is excessively large, which would make it impossible to use concept maps made by students as a form of evaluation. The practicality of CMap/E allows them to be used on a large scale, and in virtual learning environments. The possibility of the teacher giving feedback to the student more quickly promote a greater understanding of the contents, greater appropriation of new knowledge and consolidation of prior knowledge.

The CMap/E presented itself as a relevant instrument to be used in the evaluation process, as it evidenced its informational character. The most important information came from the students' ability to find the errors in the propositions, showing how much the learner knows and what he has yet to learn this is an evidence of a formative evaluation (Luckesi, 2003).

The possibility of using CMap with errors for any interdisciplinary subject and embedded into online learning environments suggests this is only the beginning of a promising task full of innovations involving concept mapping and learning assessment. Future studies will be conducted to analyze the possibility of using CMap/E in higher education and in online courses.

5 Acknowledgements

We thank FAPESP (Grant # 2016/24553-7, São Paulo Research Foundation) for funding our research group.

References

- Aguiar, J. G. (2012). *Desenvolvimento e validação de um questionário para avaliar o nível de conhecimento dos alunos sobre mapas conceituais* (Masters dissertation, Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, USP).
- Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View*. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Bizzo, N. (2009). *Mais Ciência no Ensino Fundamental: metodologia de ensino em foco*. Editora do Brasil S/A.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., & Breedy, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- Correia, P. R. M., Cabral, G. & Aguiar, J. (2016). Cmaps with Errors: Why not? Comparing Two Cmap-Based Assessment Tasks to Evaluate Conceptual Understanding. *Communications in Computer and Information Science book series* 635, 1-15. Proceedings of the 7th International Conference on Concept Mapping, Springer.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education*, 62(3), 279-301.
- Kinchin, I. M. (2016). *Visualising powerful knowledge to develop the expert student*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Kinchin, I. M., Lygo-Baker, S. & Hay, D. B. (2008). Universities as centres of non-learning. *Studies in Higher Education* 33, 89-103.
- Luckesi, C. C. (2003). *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. São Paulo: Cortez, 168-180.
- Malacarne, V. & Strieder, D. M. (2009). O desvelar da Ciência nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: um olhar pelo viés da experimentação. *Revista Eletrônica Vivências*, 5(7), 75-85.
- McClure, J.R., Sonak, B. & Suen, H.K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching* 36, 475-492.
- Moon, B.M., Hoffman, R.R., Novak, J.D. & Cañas, A.J. (2011). *Applied concept mapping: Capturing, analyzing, and organizing knowledge*. Boca Raton: CRC Press.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education* 86, 548-571.
- Novak, J.D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York: Routledge.

- Ruiz-Primo, M.A. & Shavelson, R.J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569–600.
- Viecheneski, J.P. & Carletto, M. R. (2012). Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Atos de pesquisa em educação* 7(3), 853-876.
- Trigwell, K. & Shale, S. (2004). Student learning and the scholarship of university teaching. *Studies in Higher Education* 29, 523–536.
- Toigo, A. M., Moreira, M. A., & Costa, S. S. C. (2012). Revisión de la literatura sobre el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y da evaluación. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 305-339.

CONCEPT MAPS AS A TOOL FOR BUILDING RESEARCH MODELS OF MASTER'S STUDENTS IN CHEMISTRY

Efrén Muñoz Prieto, Liliana Andrea Lizarazo, Deisy Alejandra Fonseca & Vann Hallem Ardila
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia

Email: {Efren.munoz, lilianaandrea.lizarazo, deisyalejandra.fonseca, vann.ardila}@uptc.edu.co.edu

Abstract. Basic research in chemistry is the source for the development of new technologies and innovations in various fields that include industry, medicine and environmental remediation, to name a few. A constant evaluation of its approach is necessary to improve research projects and thus contribute to the solution of current problems. From this point of view, concept maps serve as a strategic tool in the consolidation of existing theories and important experimental designs to establish the relevance of each research project and its potential application. The use of concept maps allows to organize the concepts of a specific field of research, leading to the formation of interconnections of ideas and theories. The relationships between concepts can be represented as networks, which provide a robust set of tools with the ability to shape, combine, analyze, represent and compare information, generating new perspectives so useful that they can become the resolution of research problems. The following is the result of applying the methodology of concept maps, in three research projects in a Master's in Chemistry, and includes a detailed description of the parameters that led to the construction of these information tables and their contribution to each piece of research.

Keywords: concept maps, research projects, chemistry

1 Introduction

Chemistry is a science that requires the application of various methodologies for its study and understanding, for example, existing theory based on previous studies or experimentation and deductions based on statistical design. However, in some high-impact research, it is necessary to search for alternatives that explain the behavior of the study variables in a graphic, explicit and didactic way that will determine the scope of the project, since the understanding of many of the phenomena that are investigated in this field depend on it. Chemical sciences are part of the areas that involve meaning-making processes, since the deduction of physicochemical phenomena, and respective explanation and application, are the main axis for the construction of knowledge. To enable this, the research requires a multimodal approach, which is based on the theory that the use of spoken and written languages is not enough to understand phenomena that cannot be perceived at first sight, therefore communication must occur through multiple modes of semiotic representation. The role of multiple representations in the construction of knowledge has also been identified as a research area that will contribute to the construction of broader and potentially applicable research, with added value for the improvement of basic science learning processes (Jaipal, 2010).

The application of concept maps in the development of research allows the integration of multiple semiotic representations, which in turn facilitates the search for explanations of the different chemical phenomena. The application of tools such as concept maps in research provides certain advantages. For example: the expression of research objectives that encompass a problem defined by the relationships between the different variables of the molecules under study, can lead to a broader explanation about the choice of the synthesis method, while the schematized information also serves as a tool in the verification of the characteristics of the obtained compounds. Finally, a concept map developed under the correct terms and interconnections has the capacity to highlight the positive impact of the research that it represents (Kozma, Chin, Russell, & Marx, 2000).

The objective of this paper is focused on the use of knowledge models based on concept maps as infrastructure for the creation of student research projects in scientific and applied fields. The tools based on a constructivist approach to learning allowed Chemistry students to construct concept maps, connect them to each other through links with semantics, and complement the propositions with other media such as images, photos, graphics, text, etc., thereby generating a vision and a real scope of each research project.

2 Reach of Aid Model

Concept maps, developed by Novak (Novak & Gowin, 1984), are used as a medium for the description and transmission of concepts within the theory of assimilation, a theory of learning that has had an enormous influence on education. The theory is based on a constructivist model of human cognitive processes. The concept map is the main methodological tool in the theory of assimilation to determine what the student already knows. According to Novak and Gowin, concept maps have helped people of all ages to examine the most varied fields of knowledge in educational environments (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978).

The concept map is a graphic representation of a set of concepts and their relationships within a specific domain of knowledge, constructed in such a way that the interrelationships between the concepts are evident. In the following schemes, the concepts are represented as labeled nodes and the relationships between concepts as connected labeled arcs. As such, concept maps represent the significant relationships between concepts in the form of propositions or simplified sentences: two or more concepts linked by words to form a semantic unit (Cañas *et al.*, 2000). The concise and graphic representation of knowledge through concept maps and the possibility of links, whether hierarchical or horizontal, result in ideal surroundings in which to create a navigable environment, where students can find the information they need by browsing the environment, researching various topics. The concept maps presented below were made by students of the Master's Degree in Chemistry from the Pedagogical and Technological University of Colombia, each subject with a totally different approach and application, but with a remarkable scientific quality.

2.1 *Evaluation of Porous Organomicas and Heterostructures based on Mica-type Layered Silicates as Adsorbents of Malathion Insecticide*

Figure 1 shows the concept map of a piece of research entitled: "Evaluation of porous organomicas and heterostructures based on mica-type layered silicates as adsorbents of Malathion insecticide". The methodology of the concept map is applied with the objective of establishing relationships between study variables and materials that could improve the result of the investigation. The concept map has a hierarchical tree structure (Zydney & Warner, 2016). The map also has cross-links that allow to understand the interconnection between the properties of the starting material and the improvements that can be achieved from it, starting from the theory that the structure of the map affects the perception of the ideas that you want to communicate through it. The concept map was designed to initially present the properties reported in the theory, about the Na-n-Mica starting material; a summary was then made of the applications that will be given to the precursors, to conclude in the form of an evaluation of these applications by means of analytical chemical techniques.

As such, the construction of the concept map of figure 1, allowed to find the main research problem of the project through an arduous study of the state of the art by means of a structures-type concept map that allowed to evaluate the different panoramas that this reported. The construction of this map was a creative tool, applied with the objective of taking advantage of the possibility of constantly updating its information in order to find the best application for the Na-n-Mica materials described in it. One of the advantages of the application of the concept map to the research presented in figure 1, was that it allowed to establish the necessary limit to study and evaluate in each stage of the investigation (Conceição, Samuel, & Yelich Biniecki, 2017), and therefore raise awareness of the necessity to apply the organomicas and porous heterostructures in the adsorption and degradation of emerging contaminants such as Malathion.

This methodology of approach and development of the work was always governed by the choice of study points that were hierarchically pre-established by the importance of the lines of research in environmental remediation (Darder, Pérez, & Salinas, 2012). Basing its delimitation on the concept map favored the development of this basic research, since being able to navigate in a map of possibilities (and see these reflected at once) facilitated choosing a work route and led to a more assured analysis and better results. Furthermore, in the stages of investigative difficulty, the elaboration of alternative concept maps for different solutions improved the researcher's performance and optimized the development and finalization of the project.

In the particular case of figure 1, the concept map concept was applied to enable the use of the construction and organization of ideas for a common purpose, which was to generate an effective alternative solution for the

treatment of water contaminated with organophosphates. By creating visual representations of ideas and integrating and displaying information from different sources, it was possible to consolidate the most efficient research route (Conceição et al., 2017). A remarkable feature of this concept map is the level of interconnectivity that it presents, which reflects the great importance that the generation of links between ideas had in order to improve research. A case in point is the high cation exchange capacity (CEC), which is one of the properties of Na-n-Mica (Alba, Castro, Naranjo, & Pavón, 2006): By interconnecting this property with the obtention of organomaterials, it was possible to determine that this is a limiting factor for the adsorption capacity of organophosphorus contaminants. Based on this finding, the study gained added value by being able to determine the effect of the CEC of the materials on their potential applications for the remediation of contaminated water.

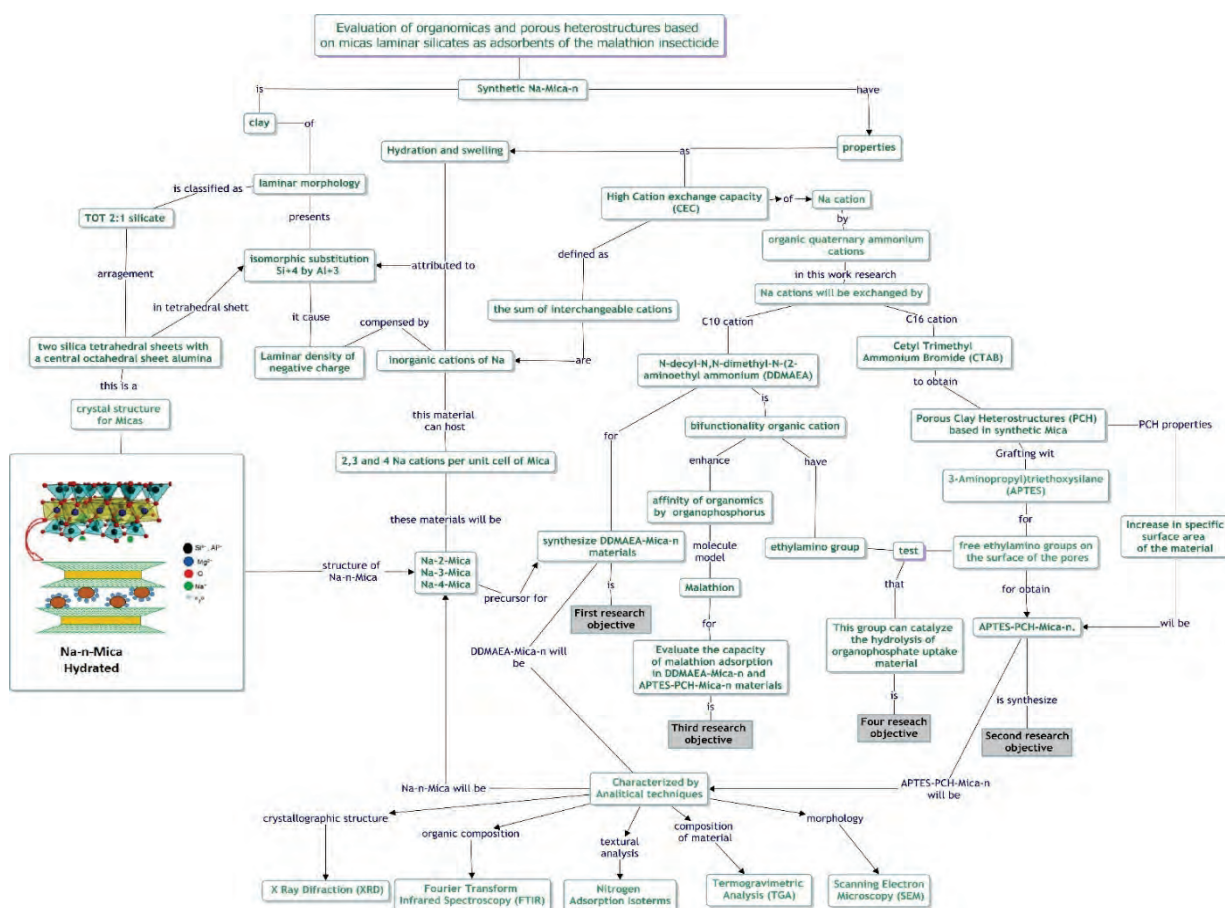


Figure 1. Concept map for the Evaluation of porous organomica and heterostructures based on mica-type laminar silicates as adsorbents of Malathion insecticide.

2.2 *Obtention Scaffolds of Polycaprolactone / Collagen / Microcapsule of TGFβ3 for Skin Tissue regeneration*

The first step for the construction of the concept map in figure 2 was to hierarchically graph the ideas and concepts based on existing knowledge about a specific area, such as the area of biomaterials, creating a coherent and orderly system making use of the construction of a concept map. In 1979, Stewart and colleagues defined the concept map as an instrument to represent the conceptual structure of a discipline or segment of a discipline in two dimensions (Stewart). This concept adequately describes the importance of the use of the concept map for the coherent structuring of thought and information that is held in the mind.

The representation of the relationships between the concepts in figure 2, are arranged hierarchically, with the most inclusive (more general) concepts at the top of the map and the more specific (less general) concepts below, starting from the need to generate scaffolds for biomedical use, relating to the use of biomaterials, cells and growth factors for the regeneration of cutaneous tissue.

The present concept map was constructed based on the following focus question: " Will obtaining a construct from the mixture of a polyester (polycaprolactone) and a protein (collagen) as a scaffolding polymer matrix for electrospinning and adding the transforming growth factor $\beta 3$ (TGF- $\beta 3$) microencapsulated in spheres of alginate, serve as a scaffold for the adhesion, maintenance and differentiation of Wharton's mesenchymal cells (CEM-GW)?" To answer this question, knowledge is organized in the form of a concept map, in order to contextualize and highlight the relationships between concepts from different areas of knowledge. The crossed links present in figure 2 served to size the relationship between medicine, biology and chemistry that focused on a common good; the hierarchical structure also stimulated the ability to search and characterize new cross-links.

The main objective of the creation of this concept map is the use of this tool in the methodological development of the research, extending it and adapting it as the experimental phase is increased, possibly concluding with a complex knowledge model that links resources, results and experiments (Novak & Cañas, 2008).

The need to carry out an investigation from the area of Chemistry for a medical treatment arose from the following premise: poor wound healing after a burn, trauma or surgery, affects millions of people around the world every year, occurring as a consequence of poorly regulated events in the tissue repair response, generating a serious public health problem, since people who for various reasons are victims of burns, remain in a state of morbidity that prevents them from continuing with their daily lives.

The purpose of this research project was to elaborate a construct from polycaprolactone / collagen nanofibers as polymer matrix scaffolding to be added to the transforming growth factor TGF- $\beta 3$ microcapsulated in sodium alginate spheres, which serves as a functional scaffold for the adhesion, maintenance and differentiation of mesenchymal stromal cells of Wharton gelatin (MSC-GW) (Wang et al., 2004), in order to obtain a construct that allows spatio-temporal control over the location and bioactivity of the growth factor and mesenchymal stem cells (MSC) after its placement in the body, thus achieving a greater therapeutic effect in the regeneration of skin tissue.

It is for all of the above mentioned that the elaboration of the concept map in figure 2 involved successive steps such as, identifying the concepts, ordering them in a hierarchical way, linking them, adding images, graphics, etc., not only to promote the extension and deepening of the content, but also to explore explicitly the relationships between propositions and concepts, in order to evidence significant similarities and differences and recognize inconsistencies during the development of the research (Costamagna, 2001). The development of this concept map or two-dimensional diagram was quite useful, both to find connections within the different disciplinary and interdisciplinary concepts (medicine, chemistry, biology), as well as to rediscover and enrich them when relating all the concepts, forming an integral scheme that reveals the importance of the study.

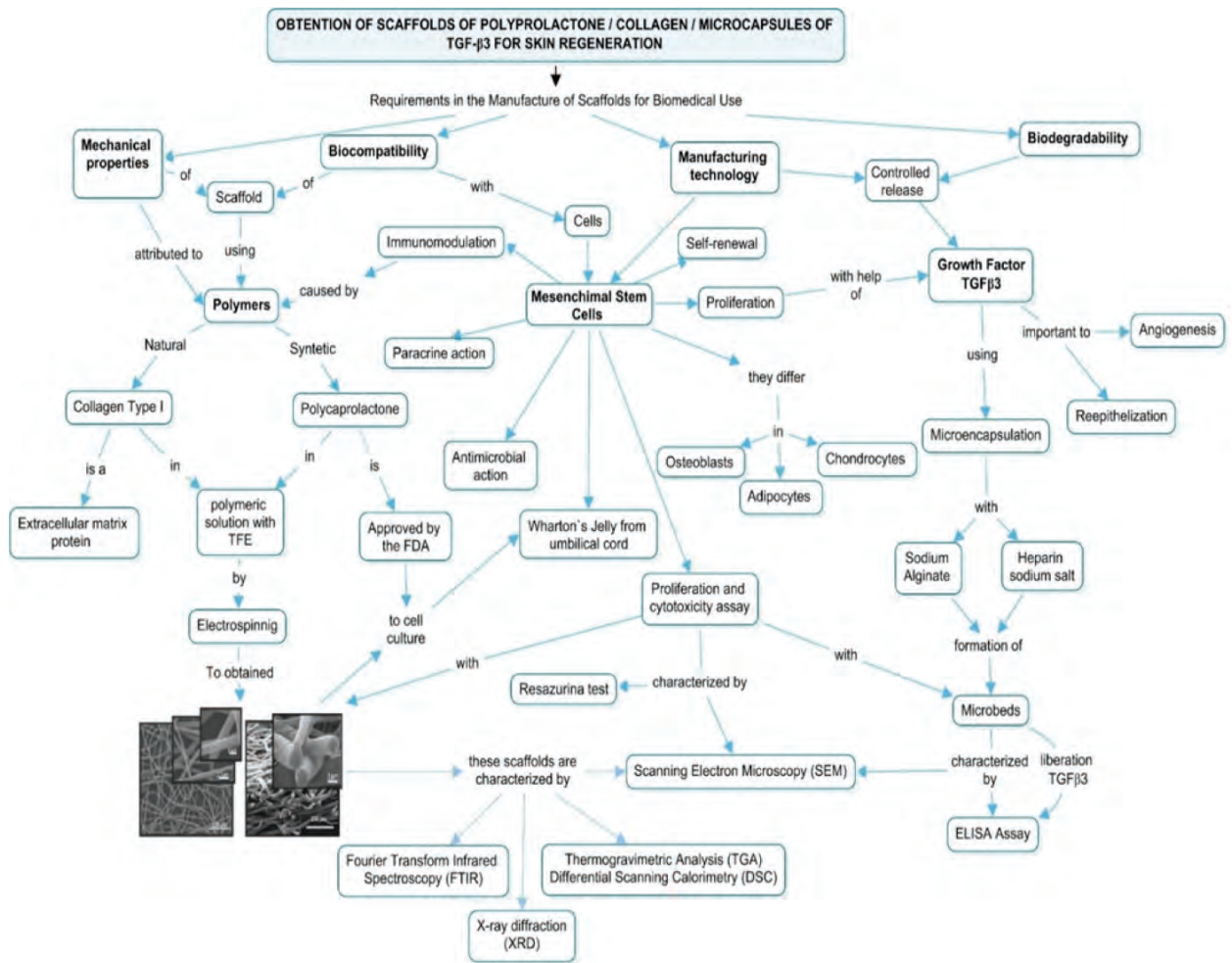


Figure 2. Concept map for the “Obtention of Polycaprolactone / collagen / microcapsules scaffolds of TGFβ3 for regeneration of cutaneous tissue”

2.3 Study of the Formation of Advanced Glycation End Products (AGEs) in Quinoa Flours (*chenopodium quinoa*)

The study starts from the need to investigate the Maillard Reaction, since it is of high importance in the food industry. Many widely used products are derived from this, such as dyes and syrups among others, and also consumer products, such as flavors. As such, this reaction is a constant presence in the kitchen when we prepare roasted, fried, baked or toasted foods, since the products of this reaction are evident in the "burned" or toasted part of the prepared foods.

The AGEs hypothesis was introduced in the mid 80's and was a great impulse for understanding the meaning of the Maillard reaction in aging and in other pathological processes, focusing attention on the formation reactions of AGEs and in the accumulation of these in tissues. More recent studies show that with age, AGEs accumulate in tissue proteins with a long half-life, such as crystalline, collagen, elastin and myelin, and that this process is accelerated by both hyperglycemia and increase in glycation that exists in diabetes mellitus (Brownlee, Vlassara, Kooney, Ulrich, & Cerami, 1986). The majority of these investigations refer to two AGEs that have been chemically and structurally characterized: pentosidine and N ϵ -carboxymethyllysine (CML). However, antibodies have also been found against proteins incubated in vitro with glucose for long periods of time. These antibodies have been used in immunoassay (ELISA) to measure and quantify AGEs that have not been characterized in serum and tissue. The formation of AGEs can cause pathological changes through three general mechanisms; a) by altering the structure and function of proteins b) varying the level of soluble signals, such as cytokines, hormones and free

radicals interacting with specific cellular receptors for AGEs; and c) the formation process of AGEs results in the formation of reactive oxygen as an intermediate product (Baynes & Thorpe, 1999).

Said reaction has different routes such as Glycolysis, the formation of Acrylamides, and the formation of AGEs by means of protein degradation due to the succession of several reactions: a) Schiff Bases Formation reaction by direct reaction of a non-sugar reducer with a protein (Phase 1. Initiation); b) Protein Glycation (Phase 2. Propagation); and c) Formation of AGEs derivatives (Phase 3. Completion).

From the nutritional and dietary point of view, quinoa is the natural source of economic vegetable protein and high nutritional value due to the combination of a higher proportion of essential amino acids. The caloric value is higher than other cereals, both in grain and in flour reaches 350 Cal / 100 g, which characterizes it as an appropriate food for cold areas and seasons. The protein of Quinoa helps the development and growth of the organism, conserves the heat of the organism, conserves the heat and energy of the body, is easy to digest, forms a complete and balanced diet (Tapia, 1979). Another factor that corrects the biological quality of proteins is digestibility. The digestibility of egg, milk and meat proteins is close to 100%. Cereals and legumes due to their fiber content have a lower digestibility. It is estimated that the digestibility of quinoa is a better concentration of amino acids and with limiting amino acids virtually disappearing. The processes that use dry heat, such as roasting, can notably decrease the availability of lysine, which is thermolabile and can also react with other components of the grain (Maillard reaction, for example), decreasing its bioavailability.

Taking into account that AGEs are fluorescent molecules, the proposal is to validate an analysis methodology by means of reverse phase HPLC, using fluorescence and refractive index detectors to be able to monitor the initial degradation of sugars and the formation of the compounds of interest. Additionally, a complete proximal analysis of the different Quinoa samples is carried out, in order to know their composition and also to show how much degradation their nutritional content can suffer when the Maillard reaction takes place during the production of bread products.

The development of the concept map is a very useful tool, since it allowed to differentiate the importance of the reaction cycles and the different reactions involved in the AGE formation process, in order to focus the analysis on target molecules (specific amino acids) and in turn, allowed for planning a follow-up of the compounds of interest, without diverting the analyzes towards secondary reactions that do not end in the formation of AGEs. The concept map made it possible to design the analysis matrix with greater clarity, since it demonstrates the use of a single instrumental technique for monitoring the reaction of interest, which optimizes the use of reagents and the project development time.

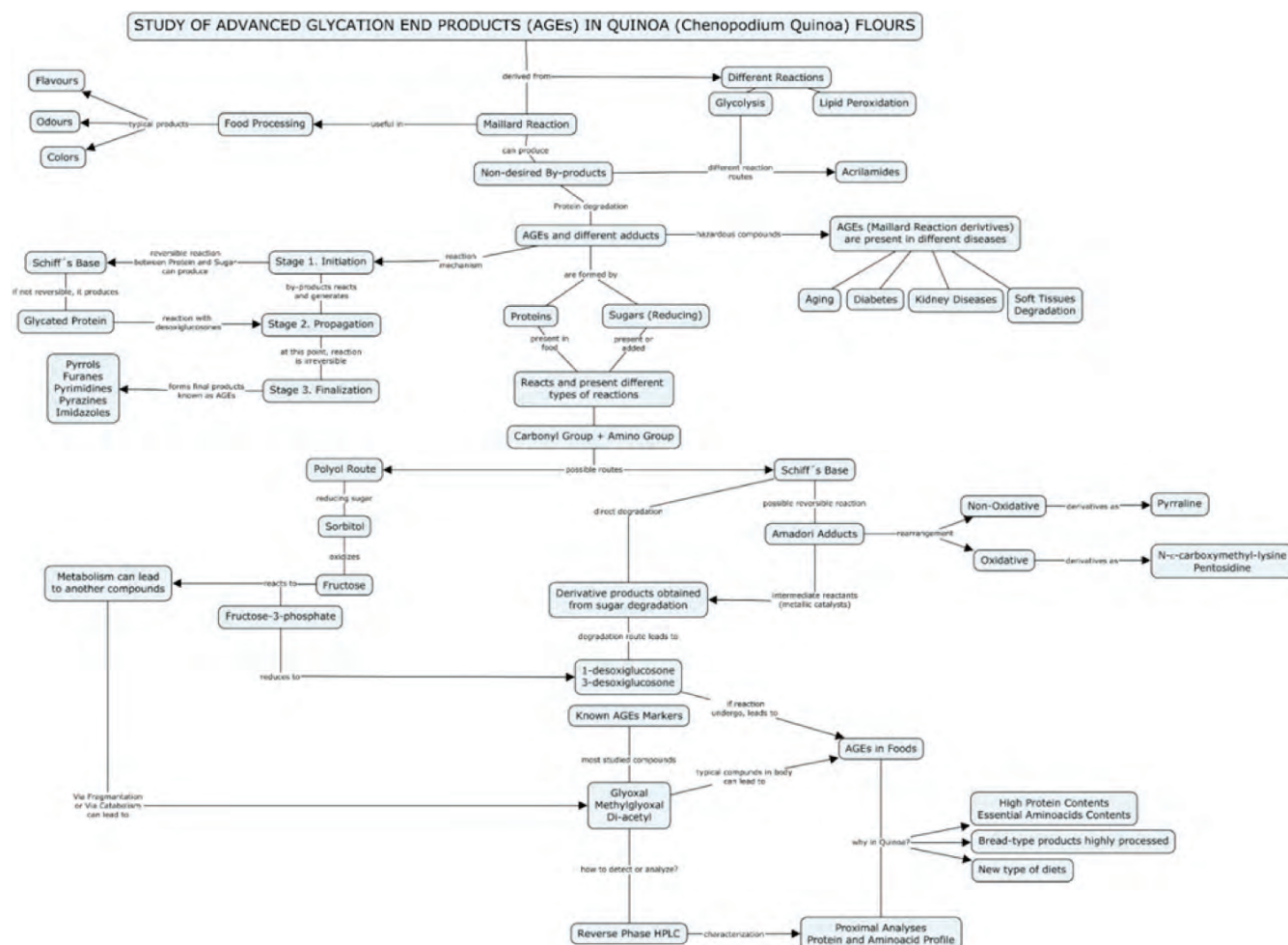


Figura 3. Study of advanced glycation end products (AGEs) in Quinoa flours (Chenopodium Quinoa)

3 Conclusions

The application of the concept map in the research entitled "Evaluation of porous organomica and heterostructures based on mica-type laminar silicates as adsorbents of the Malathion insecticide", has made it possible to find the most efficient application for the materials proposed in said project. The approach and constant updating of state-of-the-art information on the subject related to synthetic clays and the use of their properties for the benefit of science, as well as recovery of areas degraded by emerging pollutants such as Malathion, were key points that allowed to establish the research route obtained. A remarkable feature of this concept map is the level of interconnectivity that it presents, which reflects the great importance that the generation of links between ideas had in order to improve the research. Finally, the development of this research, through the approach and constant improvement of the concept map, improved the researcher's performance and optimized the development and finalization of the project.

Through the elaboration of a concept map, for the research study entitled "Obtaining scaffolds of Polycaprolactone / collagen / microcapsules of TGFβ3 for skin tissue regeneration" it was possible to express the hierarchy of the concepts, navigating through the most general concepts, starting from the theory of previous studies and available information, reaching the most specific concepts, such as materials for the development of nanofibers. In addition to this, through the use of cross-links it was possible to relate different hierarchical branches of different disciplines to each other, establishing connections or links that give an account of what type of relationship exists between the concepts involved, creating important nuclear sentences to size the scope and representativeness that different areas of knowledge have, in addition to the contribution from the area of Chemistry to that of Regenerative Medicine.

References

- Alba, M. D., Castro, M. A., Naranjo, M., & Pavón, E. (2006). Hydrothermal Reactivity of Na-n-micas (n= 2, 3, 4). *Chemistry of Materials*, 18(12), 2867-2872.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Baynes, J. W., & Thorpe, S. R. (1999). Role of Oxidative Stress in Diabetic Complications: a New Perspective on an Old Paradigm. *Diabetes*, 48(1), 1-9.
- Brownlee, M., Vlassara, H., Kooney, A., Ulrich, P., & Cerami, A. (1986). Aminoguanidine prevents Diabetes-induced Arterial Wall Protein Cross-linking. *Science*, 232(4758), 1629-1632.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., & Breedy, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de informática educativa*, 13(2), 145-158.
- Conceição, S. C., Samuel, A., & Yelich Biniecki, S. M. (2017). Using Concept Mapping as a Tool for Conducting Research: An Analysis of Three Approaches. *Cogent Social Sciences*, 3(1), 1404753.
- Costamagna, A. (2001). Mapas Conceptuales como Expresión de Procesos de Interrelación para Evaluar la Evolución del Conocimiento de Alumnos Universitarios. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 19(2), 309-318.
- Darder, A., Pérez, A., & Salinas, J. (2012). El mapa Conceptual como Instrumento de Investigación: Construcción y Representación de un Modelo de Tutoría Virtual.
- Jaipal, K. (2010). Meaning Making through Multiple Modalities in a Biology Classroom: A Multimodal Semiotics Discourse Analysis. *Science Education*, 94(1), 48-72.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. (2000). The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and their Implications for Chemistry Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105-143.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to Learn*: Cambridge University Press.
- Stewart, J. Van kirk, J., & Rowell, R. (1979). Concept Maps: A Tool for Use in Biology Teaching. *The American Biology Teacher*, 41(3), 171-175.
- Tapia, M. (1979). *La Quinoa y la Kañiwa: Cultivos Andinos* (Vol. 40): Bib. Orton IICA/CATIE.
- Wang, H. S., Hung, S. C., Peng, S. T., Huang, C. C., Wei, H. M., Guo, Y. J., . . . Chen, C. C. (2004). Mesenchymal Stem Cells in the Wharton's Jelly of the Human Umbilical Cord. *Stem Cells*, 22(7), 1330-1337.
- Zwaal, W., & Otting, H. (2012). The Impact of Concept Mapping on the Process of Problem-based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(1), 7.
- Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile Apps for Science Learning: Review of Research. *Computers & Education*, 94, 1-17.

CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO POR COLABORACIÓN, MEDIADO POR MAPAS CONCEPTUALES

(KNOWLEDGE CONSTRUCTION BY COLLABORATION USING CONCEPT MAPS)

Felipe Tirado & Jesús Peralta
Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, México
ftirado@unam.mx, jesusperalta@psicologia@gmail.com

Abstract. In the professional education of students, the development of skills is crucial. New strategies and tools are required so that students are active and collaborate in the process of knowledge construction. A suitable relevant alternative is the use of concept maps (Cmaps) for the construction of knowledge by collaboration. This paper reports a comparison between two educational experiences: the first, a dynamic that emphasizes the elaboration of Cmaps based on the concepts of the textbook. The second, a dynamic that is based on an analysis of focus point, which promotes thinking through the use of new concepts, regardless of the textbook. The purpose of this research was to compare the quality of the conceptual maps constructed from these two dynamics. Initially, a quantitative evaluation of the Cmaps was conducted through a rubric, however, the researchers faced the complexity of the evaluation, so they opted for a qualitative evaluation based on a "grounded theory" method. The findings suggest that, when the didactic procedure is reduced to the textbook, the creative capacity and the capacity for argumentation is limited, the result is quite different in the procedure that forces the students to support their own ideas with arguments, which undoubtedly enriches the process and the product of knowledge built by collaboration. The result is that the Cmaps are better and richer when using the focus point mode, and the students' opinions sustain that the Cmaps are much better.

Resumen. En la educación universitaria se considera importante dotar al estudiante de competencias profesionales. Ante dicho planteamiento, se requieren de nuevas estrategias y herramientas que sitúen en el centro al estudiante de manera activa y colaborativa. Una alternativa pertinente es el uso de mapas conceptuales para la construcción del conocimiento por colaboración. Este trabajo reporta una comparación entre dos experiencias educativas: la primera, una dinámica que se centra en la complementación colaborativa de mapas conceptuales basada en los conceptos del libro de texto; y la segunda, una dinámica que se base en el análisis de puntos de enfoque que promueven el uso de conceptos independientes del texto. El propósito de esta investigación fue comparar la calidad de los mapas conceptuales contruidos a partir de dichas dinámicas. Inicialmente, se optó por una evaluación cuantitativa por medio de una rúbrica, sin embargo, los investigadores se enfrentaron a la complejidad de la evaluación, por lo que optaron por una evaluación cualitativa basada en un método de "Teoría Fundamentada". Los hallazgos apuntan a que, cuando el procedimiento didáctico en el que las sugerencias conceptuales no se desprenden necesariamente del libro de texto, se estimula la capacidad creativa y la capacidad de argumentación, ya que los alumnos se ven forzados a sustentar frente al grupo los argumentos por los que considera pertinente su contribución conceptual, lo que, sin duda, enriquece tanto el proceso como el producto del conocimiento colectivo construido por colaboración, encontrando que los alumnos prefieren la modalidad de puntos de enfoque.

Keywords: collaborative learning, construction of knowledge, CMAP, focus point

Palabras clave: aprendizaje por colaboración, construcción de conocimiento, CMAP, punto de enfoque

1 Introducción

1.1 Problemática

Durante la formación universitaria, los estudiantes requieren adquirir una serie de competencias para su quehacer profesional. Un propósito de mayor relevancia en la preparación universitaria, es que todo egresado logre adquirir las competencias para resolver los problemas emergentes propios de su disciplina de trabajo. Para ello, es imprescindible generar diseños educativos que permitan desarrollar dichas competencias.

Es recurrente apreciar que, en el salón de clases, los métodos tradicionales siguen siendo los dominantes, los cuales se centran en la exposición de conocimientos por parte del profesor a un grupo de estudiantes que permanece pasivo o tomando notas. El modelo sigue teniendo como base la repetición y el aprendizaje mecánico, lo que limita las potencialidades creativas y propositivas de los estudiantes.

1.2 Justificación

Ante los modelos tradicionales de enseñanza aún dominantes, resulta de suma importancia generar alternativas que busquen el involucramiento significativo del estudiante, en el desarrollo de su propio aprendizaje. El estudiante

requiere desarrollar operatividad cognitiva que le permita construir reflexiones, críticas, tener creatividad, formular proposiciones propias; todos estos son principios centrales dentro de la concepción enfoque constructivista de la educación (Savery and Thomas, 1995; Serrano y Pons, 2011). Como apunta Arguedas (2010), lo relevante de la formación profesional del aprendiz, no es sólo adquirir conocimientos durante sus estudios, sino también desarrollar capacidades para el ejercicio profesional a lo largo de su vida. Por su parte, Jacques Delors (1996) en su trabajo para la UNESCO, indica que el alumno tendrá que desarrollar las competencias profesionales que le permitan saber (tener conocimientos), saber pensar (tener actividad epistémica), saber hacer (resolver problemas) y saber ser (actitudes para ejercer profesionalmente).

Este nuevo paradigma, sólo es posible a través de estrategias que impliquen el trabajo activo y constructivo del estudiante, permitiéndole reflexionar sobre las relaciones existentes entre los conocimientos previamente asimilados, con aquellos que ahora requiere asimilar (aprendizaje significativo) (Ausubel, Novak and Hanesian, 1978).

También es necesario generar estrategias que permitan no sólo el trabajo individual, sino el trabajo colaborativo, ya que dicho método no se limita a promover las capacidades del individuo, pues también conjuga los esfuerzos, talentos y competencias mediante las interrelaciones reflexivas, críticas y creativas que se potencializan a partir del trabajo en grupo. La construcción grupal del conocimiento, se centra en la noción de que ningún miembro por sí solo podrá alcanzar los mismos planteamientos, que aquellos que son elaborados con la participación de todos miembros del grupo. Dichos conocimientos serán lógicamente iguales o mejores, en tanto serán enriquecidos por las consideraciones de los otros, o iguales, si los planteamientos que formula el estudiante resisten la crítica del colectivo y permanecen (Maldonado, 2007).

Bajo la tesis de los planteamientos expresados, se formuló una estrategia educativa utilizando mapas conceptuales, para promover la construcción por colaboración del conocimiento en un grupo de estudiantes universitarios. De esta forma, se analizan los contenidos curriculares, a manera de seminario, y en una proyección electrónica de un mapa conceptual previamente elaborado y con la intervención activa de todos los estudiantes, se va reconstruyendo el contenido, en el cual se expande y cristaliza la malla semántica que recoge las relaciones entre los conceptos analizados y propuestos por los alumnos, si es que resisten la crítica colectiva y logran el consenso.

Así, el uso de mapas conceptuales, no se limita a la operatividad cognitiva del individuo como una resultante, sino también permite la elaboración de conocimiento a partir del trabajo colaborativo realizado con la participación de todo el grupo, aprovechando las ventajas de la mediación electrónica que ofrece la herramienta de mapas conceptuales (CmapTools), como un instrumento apropiado para la construcción colectiva del conocimiento.

Ciertamente el desarrollo de trabajos sobre construcción de conocimiento por colaboración utilizando mapas conceptuales se ha abordado desde hace ya muchos años (Cañas et al. 1997), en este trabajo, se promueve un proceso en el que la construcción de conocimiento se enriquece con el otro, pero los mapas son individuales y el trabajo por colaboración se desarrolla en línea, lo que resulta en un método de trabajo muy diferente al de este estudio.

2 Marco Teórico-Conceptual

2.1 Estructuras de Conocimiento

Sin duda uno de los autores teóricos de la cognición de mayor relevancia es Jean Piaget. Su obra ha sido citada en la literatura especializada más de cien mil veces. Dentro de los planteamientos centrales de la teoría, está la estructura de cognición o cognitiva, la cual se forma, de acuerdo con Piaget (1970), a partir de esquemas básicos formados por las primeras experiencias de vida, y se va desarrollando por medio del equilibrio entre la asimilación y acomodación de nuevos esquemas conceptuales.

El mismo Piaget refiere que los teóricos de la Gestalt (Köhler, 1967) planteaban como procesos básicos de la cognición, la conformación de patrones en el campo visual, y ya concebían a estos patrones como generadores de una estructuración (un conjunto de relaciones integradas). En el concepto de la configuración que realiza el sujeto, ya está planteada la idea básica del constructivismo, es el individuo el que tiene que construir la Gestalt (insight) que le da la apropiación del conocimiento.

En la tradición de la psicología desarrollada por Vygotsky, de igual manera se refiere al conocimiento como la integración de campos semánticos estructurales (Luria, 1981). La noción de campo agrega una conceptualización muy relevante, en tanto refiere a los distanciamientos entre las relaciones semánticas, se puede decir que un mapa conceptual, implica una estructura topológica donde las relaciones tienen una distribución en el espacio, como en el campo gravitacional, donde las fuerzas son proporcionales a la masa y sus distancias. En la concepción de campo se establece una jerarquía entre las relaciones semánticas que estructuran el conocimiento, a partir de vínculos de mayor o menor fuerza, en tanto hay conceptos que son más cercanos o lejanos de otros. Por ejemplo, el concepto “vaca” es semánticamente muy cercano a “establo” o “leche” y distante de “gasolina” o “galaxia”, aunque finalmente todos los conceptos podrían vincularse semánticamente.

2.2 Mapas Conceptuales

En la teoría subyacente a los mapas conceptuales, se les concibe como una herramienta que permite representar una estructura de conocimientos de manera concatenada, a partir de frases de enlace y de manera jerarquizada, como en la teoría de campo, ofreciendo una topología estructural. De esta manera, los mapas conceptuales constituyen instrumentos poderosos para facilitar el aprendizaje significativo (Novak & Cañas, 2008).

Una transformación en los enfoques educativos contemporáneos es el constructivismo, que plantea abandonar las prácticas en las que el estudiante juega un papel receptivo, como receptáculo del conocimiento. El conocimiento se desarrolla a partir de la operatividad cognitiva del aprendiz, quien requiere comprender el significado y la significación de lo que aprende para poder reflexionar. La comprensión es la diferencia que se da entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje memorístico (*rote learning*), el cual es resultado de la simple repetición mecánica. El posicionar un concepto dentro de un mapa conceptual, exige la comprensión de cómo se vincula con otros conceptos.

El principio conceptual del constructivismo es que el estudiante requiere desarrollar su propia actividad epistémica, por medio de la cual construya el significado de lo que aprende o la resignificación de lo previamente aprendido. Para el diseño educativo, es necesario reconocer las acciones de influencia más relevantes, que promuevan la actividad constructiva de los estudiantes (Coll, Onrubia & Majós, 2008). Una acción de influencia educativa puede ser, ofrecer andamiajes a partir de la elaboración y reelaboración de mapas conceptuales, de manera que se promueva la actividad epistémica de los estudiantes.

2.3 Cognición Distribuida

El enfoque tradicional de la psicología se centró en el estudio de los procesos que se generan en los individuos y que los particularizan en su forma de ser, que les otorga una “personalidad”. Los fenómenos de estudio clásicos fueron la percepción, el aprendizaje, la memoria, la inteligencia, la personalidad, por mencionar algunos de los más recurrentes.

Con la tesis de Vygotsky, que resalta cómo el medio social desarrolla la construcción de los procesos internos del individuo, ahora se reconoce que la “inteligencia” no es un atributo propio o restringido al individuo, sino es la resultante de sus interacciones con el entorno físico y social. Un individuo que conversa con personas que tienen amplios conocimientos, que son reflexivas, críticas y propositivas, que saben argumentar con consistencia y solvencia ofreciendo elementos de sustento de aquello que afirman, harán que su interlocutor desarrolle mejores argumentos, a que si fuera por caso, conversar con personas que hablan sólo trivialidades sin mayor sustento; de aquí que se pueda decir que la inteligencia está distribuida entre los interlocutores.

También es posible apreciar que el conocimiento está igualmente distribuido, lo que no saben unos lo pueden saber otros. Pero el conocimiento y la inteligencia también están distribuidas en los objetos, al coger una taza que contiene un líquido muy caliente, se le toma por el asa para evitar quemarse, o sea que se decodifica la función de una de las propiedades de la taza, lo que constituye un conocimiento que está en el objeto mismo. Igualmente ocurre en los procesos de la memoria, lo que no recuerdan unos, lo pueden recordar otros; igualmente los objetos nos

recuerdan cosas o eventos, si se observa un paraguas en el perchero antes de salir de casa, nos promueve a pensar en la lluvia y nos puede recordar que el día anterior llovió y que será mejor llevarse el paraguas.

De aquí que, para saber crear entornos de aprendizaje eficaces, se debe promover que los alumnos aprendan los unos de los otros (enseñanza distribuida), aprovechando el conocimiento y la inteligencia compartida (cognición distribuida) (Cole y Engeström, 1993).

2.4 Co-enseñanza (*Competencias de Trabajo por Colaboración*)

A partir del principio de cognición distribuida, los modelos educativos contemporáneos tienden a formular procesos basados en la colaboración, reconociendo que unos estudiantes pueden ayudar a otros a aprender, lo que se conoce como co-enseñanza.

Aprender interaccionando con otras personas propicia la argumentación y contra-argumentación, es decir, el pensamiento dialéctico, donde se plantea una tesis y otro integrante puede formular una antítesis, para que con la participación del conglomerado se llegue a un consenso a partir de una síntesis. Esto establece una estrategia que promueve la operatividad cognitiva, la reflexión crítica y propositiva, por lo mismo se constituye en un recurso de gran importancia para la educación.

Las amplias facilidades que posibilitan las tecnologías para el trabajo por colaboración, han dado lugar a un sólido movimiento conocido como aprendizaje colaborativo soportado por cómputo (CSCL por sus siglas en inglés - *Computer Supported Collaborative Learning*). Apenas en el año de 2006 tuvo lugar su origen el *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* (ijCSCL - <http://ijcscl.org/>), publicada por Springer, indexada en ISI (Institute for Scientific Information), el cual en tan sólo una década se ha colocado en el 10% superior de las revistas educativas de mayor impacto. Dentro de las tecnologías digitales para promover el trabajo por colaboración, sin duda están los mapas conceptuales, tanto porque se pueden trabajar en línea, como presencialmente bajo su proyección en el salón de clases, promoviendo la participación de todos, a partir del enriquecimiento y reconstrucción colectiva del mapa proyectado, lo que permite cristalizar las proposiciones de los alumnos dentro del grupo.

Gunawardena et al. (1997) advierten que se ha encontrado como factor común en el trabajo por colaboración mediado por tecnologías, el desarrollo de prácticas que resultan arbitrarias o no sistematizadas, y poco o nada formativas, que derivan en niveles muy primarios de construcción de conocimientos que son superficiales, que no trascienden el nivel de información simple, lo que es común cuando los estudiantes hacen uso del cortar y pegar información (*copy and paste*). De aquí surge el cuestionamiento de la calidad de los aprendizajes que se generan con la mediación de mapas conceptuales.

3 Método

3.1 Pregunta de Investigación

¿Existen diferencias significativas en relación con la calidad de los mapas conceptuales entre aquellos construidos bajo una dinámica centrada en la complementación, de aquellos elaborados a partir de un punto de enfoque?

3.2 Hipótesis de Trabajo

Una dinámica centrada en el análisis de punto de enfoque promueve una mejor reconstrucción de un mapa conceptual, a cuando la estrategia es por complementación.

3.3 Propósito

Comparar la calidad de los mapas conceptuales construidos a partir de dinámicas de análisis de punto de enfoque, con aquellos elaborados por medio de dinámicas centradas en la complementación de contenidos.

3.4 *Procedimiento de la Experiencia de Campo*

Se corrió una experiencia de campo durante dos semestres escolares, con dos grupos de alumnos (A y B) de la Universidad Nacional Autónoma de México, adscritos a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, quienes cursaban la asignatura de Desarrollo y Educación Teórica de la Carrera de Psicología. El grupo A estaba formado por 43 alumnos, mientras que el B por 40 alumnos.

En la asignatura de Desarrollo y Educación Teórica se llevan a cabo seminarios a partir de un diseño educativo, el cual está ideado para utilizar mapas conceptuales como estrategia de construcción colectiva de conocimiento. Se compone el curso por 19 seminarios presenciales, en los cuales se revisa a detalle el contenido curricular señalado en el Plan de Estudios. Para dar lugar a los seminarios, cada uno de los estudiantes debe realizar la lectura señalada con antelación y elaborar un mapa conceptual, lo que permite asegurar que el alumno leyó el contenido, el cual reflexionó y jerarquizó, de manera que elaboró un mapa conceptual que fungía como insumo para ser revisado en los seminarios.

Cada estudiante envía electrónicamente su trabajo (mapa conceptual) a una plataforma educativa (Moodle). El plazo límite para subirlo es hasta las 11:55 pm. de la noche previa al día del seminario. Los docentes descargan todos los mapas conceptuales de aquellos estudiantes que hicieron entrega, se forma una lista y con aquellos que están presentes (llegan puntualmente), se sortea para elegir el mapa que será analizado y reconstruido por todo el grupo en el seminario, de manera tal que se cristalice un nuevo planteamiento de conocimiento. Para ello, se proyecta con CmapTools en la pantalla frontal del salón el mapa conceptual del alumno sorteado, quien lo presenta explicando su estructuración y posteriormente coordina la participación del grupo, invitando a los presentes a hacer planteamientos que permitan enriquecer o corregir el mapa.

También, los mapas conceptuales que se revisan y se van adecuando con la participación de todos, se graban y se ponen a disposición de todo el grupo, de manera tal que se construye un repositorio abierto en el que se tienen los planteamientos de conocimiento colectivo sobre los contenidos curriculares, dando así oportunidad a que cualquier estudiante en cualquier momento, pueda acceder a los recursos elaborados para enriquecer su conocimiento.

Al finalizar cada curso, se exploran las valoraciones intersubjetivas de los alumnos con respecto a la elaboración de los mapas conceptuales a partir de una escala tipo *Likert*, tanto por la pertinencia del uso de mapas conceptuales como instrumento educativo, como por el efecto formativo para el ejercicio profesional.

3.5 *Variante Experimental*

En el grupo A, durante el semestre escolar su participación se centra en complementar el mapa que es presentado. Los alumnos durante el seminario proponen los conceptos del libro que consideran importantes y no están presentes en el mapa, para complementarlo, ofreciendo los conceptos ausentes, las frases de enlace e indicando en qué sitio se deben vincular. La propuesta es puesta a la consideración de toda la audiencia y se entra en una deliberación grupal sobre la pertinencia de la proposición a agregar, las palabras de vinculación y su ubicación. A partir de la argumentación y contra-argumentación colectiva, se va construyendo un consenso de cómo debe ser modificado el mapa expuesto.

En el grupo B, durante los seminarios, la participación se concentra en hacer un análisis de enfoque. No es requerido señalar qué conceptos de la lectura están ausentes, sino ahora el propósito es señalar cuestionamientos que planteen un punto de enfoque sobre una o varias de las proposiciones expresadas en el mapa, para polemizar en torno a los planteamientos formulados, y con base en la argumentación y contra-argumentación colectiva, construir consensos de cómo hacer la mejor expresión del conocimiento, y realizar los ajustes pertinentes en el mapa expuesto.

4 Resultados

4.1 Datos

En el grupo A, compuesto por 43 alumnos, el número potencial de mapas conceptuales fue de 817, pero no todos los alumnos hacían la tarea, de manera que se recibieron a lo largo del semestre 688 mapas en total. En este grupo se registraron 577 ocasiones en las que se envió el mapa al aula virtual y se presentó al sorteo (llegó puntualmente). En 53 veces se envió el mapa, pero se llegó tarde (no entra a sorteo). En 58 ocasiones se envió el mapa, pero no se presentó al seminario.

En el grupo B, integrado por 40 alumnos, el número de mapas conceptuales posibles fue de 760, aunque como en el otro grupo no todos entregaron su mapa, se recibieron 604 mapas en total. En este grupo en 487 ocasiones el alumno entregó mapa y llegó al sorteo. En 59 veces se entregó mapa, pero no se participó en el sorteo. En 58 ocasiones se elaboró mapa, pero no se asistió al seminario.

Como se puede apreciar en los datos numéricos, ambos grupos presentaron más o menos el mismo comportamiento, en cuanto a la elaboración de mapas y participación en el concurso de selección, para hacer la exposición del mapa realizado y reconstruirlo con la participación de todos los alumnos del seminario.

4.2 Muestra

Dado que el número de mapas elaborados por los grupos es muy amplio ($19+19=38$) para ser evaluados cada uno, se propuso obtener una muestra de los últimos 5. También resulta muy importante que, al valorar el desarrollo de los mapas conceptuales, se tuvo que minimizar la varianza en la medida de lo posible, bajo este principio se valoraron mapas conceptuales que fueran del mismo planteamiento temático y que correspondieran a la misma lectura. Incluso aun siendo de la misma temática y lectura, se apreció la diferenciación que le otorgó el alumno que elaboró el mapa conceptual, porque hubo diferencias marcadas en la calidad de los mapas entregados por los distintos alumnos.

4.3 Análisis

4.3.1 Análisis de la Calidad de los Mapas Conceptuales

Por el número de mapas entregados en el grupo A y en el grupo B, participación en sorteos, número de asistencias, de retardos y de contribuciones conceptuales al mapa expuesto, se puede apreciar que los indicadores están en proporciones similares, por lo cual las ejecuciones de los grupos son comparables.

Para la evaluación de los mapas conceptuales se desarrolló una rúbrica a partir de los planteamientos expuestos en dos propuestas (Miller & Cañas, 2008; Domínguez-Marrufo, Sánchez-Valenzuela y Aguilar-Tamayo, 2010). Sin embargo, el proceso analítico tuvo un giro sustantivo, pues se descartó el uso de la rúbrica construida, para optar por un análisis de corte cualitativo. Las razones de la transformación por las que atravesó el proceso analítico se explicarán en la discusión.

4.3.2 Análisis de la Valoración Intersubjetiva del Uso de Mapas Conceptuales

Al comparar las opiniones de los alumnos del grupo A con el B, sobre la pertinencia de utilizar mapas conceptuales como instrumento educativo, se obtuvo una media de 2.19 en el grupo A y de 2.51 en el grupo B, en una escala del 0 al 3. Esta diferencia en la prueba t de *Student* resulta significativa ($t=-2.215$, $p < 0.05$), ya que el nivel de significación está restringido por el tamaño de la muestra (sobre 40 casos por grupo). Si se amplifican las proporciones numéricas de la muestra duplicando el número de casos, a través de un procedimiento de estadística experimental, la diferencia resulta ser significativa con una probabilidad menor a 0.01.

Lo mismo ocurre si se compara el grupo A con el B sobre el valor formativo del uso de mapas conceptuales, donde las medias fueron de 1.91 y 2.54 respectivamente, donde igualmente en la prueba t resultan las diferencias estadísticamente significativas ($t=-2.603$, $p < 0.05$), aunque duplicando la n por estadística experimental, resulta ser significativa con una probabilidad de 0.000. De aquí que se puede concluir que hay indicios que apuntan a que el uso de los mapas conceptuales a partir de puntos de enfoque (Grupo B), resultaron mejor apreciados por los

estudiantes tanto por su función educativa como formativa, encontrando elementos favorables a la hipótesis de trabajo del estudio.

5 Discusión

Uno de los aspectos más relevantes de esta investigación, fue el reconocer la importancia de definir una postura metodológica que permitiera comprender los fenómenos complejos, implicados en la restructuración del conocimiento en una dinámica colectiva. Inicialmente, en el diseño metodológico se había optado por hacer un acercamiento al fenómeno de estudio (mapas conceptuales) desde una concepción teórica preestablecida, con base en indicadores estadísticos y uso de una rúbrica. Pero en el proceso analítico se reconoció la limitante de trabajar con un número acotado de categorías que no permitían dar cuenta de la complejidad que implica la reconstrucción de los mapas. Ante ello, se optó por una postura cualitativa en la que, en lugar de construir marcos explicativos *a priori*, las categorías analíticas se definieran, redefinieran y delimitaran a partir de la observación directa del fenómeno; lo que Hernández, Fernández y Baptista (2010) postulan como *Teoría Fundamentada*.

La evaluación se basó en la valoración de la calidad conceptual de los planteamientos, abandonando métricas como número de conceptos, número de enlaces cruzados, jerarquización de los conceptos, estimando que es mucho más sustantivo atender los niveles de significación y resignificación del proceso de construcción de conocimiento. Por ejemplo, en el curso orientado a puntos de enfoque, una alumna planteó la resignificación del concepto *psique* en los griegos, el cual pasó de tener una connotación etérea intangible (alma), a una resignificación corpórea (mente), lo que significó una transformación cualitativa en torno la visión de los fenómenos psicológicos. Lo relevante no es agregar conceptos, sino la interpretación y reinterpretación de los mismos.

Como se había mencionado anteriormente, durante la etapa de evaluación por rúbrica, resultó muy interesante observar que había dos aspectos a valorar: uno el proceso colectivo de transformación del mapa conceptual, y el otro, el mapa valorado como producto final. Aunque en la reflexión, se hace patente que los argumentos esgrimidos para la transformación del mapa quedan explicitados en las categorías que prevalecen. Se observó que lo que se estaba evaluando era básicamente el producto desarrollado por el alumno que había elaborado el mapa conceptual y no el proceso colectivo, por lo que se cambió de estrategia para valorar más el proceso y no el producto.

Otra observación fue que, al comenzar a hacer las evaluaciones por medio de rúbrica, se apreció la gran complejidad que dicha valoración representaba. Por ejemplo, en uno de los mapas a evaluar, se apreciaba que el problema no era tan sólo conceptual, sino también de diseño, en tanto el tamaño de letra, el grosor de las líneas y el lenguaje cromático, arman estructuras y jerarquías distintas.

Además, otro punto a considerar fue la varianza en la calidad del mapa conceptual, porque éste se selecciona de manera fortuita y por lo mismo se empieza a elaborar el conocimiento colectivo con un planteamiento que tiene diferentes calidades. Por ejemplo, hay alumnos de bajo desempeño que formulan mapas simples y de poca calidad, que empobrecen el trabajo por colaboración, en tanto la acción del grupo se torna en remediar. Por el contrario, hay alumnos de alto desempeño que elaboran propuestas bien estructuradas y complejas, las cuales sin duda favorecen el proceso de reconstrucción, ya que la acción del grupo se centra en enriquecer.

Dado que la calidad del mapa con el que se trabaja juega un papel importante, se exploraron las diferencias que había en el mapa elaborado por el mejor alumno (el de mejor promedio y mejor desempeño en el curso), con el peor alumno (el más bajo promedio y desempeño). Se observaron claramente las grandes diferencias que había entre uno y otro mapa, por el número de elementos, las relaciones estructurales y las frases de enlace.

Otra variante importante a considerar, fue que también existe varianza entre los grupos. A pesar de los intentos por parte de los investigadores por asegurar la comparabilidad a través del desempeño grupal, fue posible notar que hay grupos que tienen estilos de desempeño más participativos, con alumnos que tienen intervenciones más sólidas e integradas, en comparación con otros. Hay grupos que son más heterogéneos en su composición, por ejemplo, en algunos las diferencias de los promedios entre los alumnos que tienen alto desempeño comparados con los de bajo desempeño, llegan a ser amplias, mientras que en otros grupos son pequeñas y por lo mismo son más homogéneos en su composición.

En la calidad conceptual, es muy interesante apreciar que las diferencias no son notorias en el grupo A, porque los mapas conceptuales elaborados por éste fueron reconstruidos con base en la complementación. Prácticamente se utilizan las mismas categorías que están expresadas en el texto, por lo que no hay grandes diferencias, aunque el número de categorías es mucho mayor, y por lo mismo hay mayor estratificación de los niveles taxonómicos. En contraste, en el grupo B, donde los mapas son reelaborados por puntos de enfoque, aunque el número de categorías conceptuales y jerarquías es menor, se aprecia que los elementos conceptuales están mucho más enriquecidos. En el proceso de reconstrucción por puntos de enfoque, las categorías conceptuales son propuestas con mayor independencia del texto, planteadas para desarrollar nuevas ideas y sustentadas a partir de argumentación, de aquí el cambio cualitativo.

Por estas razones, se cambió la estrategia de análisis, considerando que lo sustantivo no estaba en el número ni la amplitud de la estructura, sino en la calidad y organización de las categorías conceptuales propuestas, así como la argumentación desarrollada para la reconstrucción del mapa por colaboración.

6 Conclusiones

En la experiencia de esta investigación, se planteó evaluar la transformación del mapa conceptual desarrolladas por el trabajo por colaboración, para ello, se desarrollaron rúbricas observando que las preconcepciones elaboradas en otras experiencias, no permitían generar el análisis conceptual deseado, por lo que inspirados en un modelo de investigación progresiva, es decir, que progresa en sus categorías, concepciones y conocimientos, se desarrollaron los ajustes que permitieran analizar lo que en la experiencia de campo ya se había podido apreciar, y buscar los elementos de evidencia empírica que permitieran evaluar o refutar las concepciones desarrolladas.

Se puede concluir que, efectivamente, en los mapas conceptuales analizados, se logran ver reflejadas las diferencias en el procedimiento didáctico utilizado en el salón de clases, observando que cuando la estrategia es complementar los mapas, a partir de las categorías conceptuales del texto que los alumnos consideran no están expresadas en ellos y deberían estarlo, llevan a una proliferación de categorías puntuales que reflejan un proceso de muy baja calidad educativa, porque no hay reflexión, sino una simple reproducción mecánica del contenido, que son prácticas equiparables a lo que sucede en cómputo conocido como: “copiar y pegar” (*copy and paste*), caracterizadas por ser de muy bajo valor cognitivo. Es decir, se aprecia que la elaboración de un mapa conceptual, no necesariamente invoca a la reflexión creativa y propositiva.

En cambio, cuando se transforma el procedimiento didáctico invitando al análisis del contenido en los seminarios, donde los alumnos deben proponer puntos de enfoque de lo expresado en el mapa conceptual, se promueve el análisis colectivo a partir de las sugerencias conceptuales, las cuales ya no se desprenden forzosamente del libro, y permiten promover una irradiación conceptual por parte de todo el grupo, haciendo reflexiones articuladas con base en la argumentación, de manera tal que la mediación del mapa conceptual se ve modificada en una dinámica colectiva, en la que todo el grupo contribuye a la transformación de los elementos conceptuales. Esto sin duda representa el enriquecimiento, bajo la mediación de mapas conceptuales, del proceso de construcción por colaboración, del conocimiento colectivo concebido como proceso y producto.

Reconocimientos

Este trabajo es gracias al apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México, por medio de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, a partir del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza y del Programa de Apoyos para la Superación del Personal Académico.

Referencias

- Arguedas, I. (2010). Involucramiento de las Estudiantes y los Estudiantes en el Proceso Educativo. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8 (1), 63-78.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.

- Cañas, A. J., Ford, K. M., Hayes, P. J., Reichherzer, T., Suri, N., Coffey, J., ... & Hill, G. (1997). Colaboración en la Construcción de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales. *Institute for Human and Machine Cognition-University of West Florida*.
- Cole, M., & Engeström, Y. (1993). A Cultural-Historical Approach to Distributed Cognition. *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*, 1-46.
- Coll, C., Onrubia, J., & Majós, T. M. (2008). Ayudar a Aprender en Contextos Educativos: el Ejercicio de la Influencia Educativa y el Análisis de la Enseñanza. *Revista de Educación*, (346), 33-70.
- Delors, J. (1996). *Learning, the Treasure Within*, Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century: [summary]. Paris: UNESCO.
- Domínguez-Marrufo, L. S., Sánchez-Valenzuela, M. M., y Aguilar-Tamayo, M. F. (2010). Rúbrica con Sistema de Puntaje para Evaluar Mapas Conceptuales de Lectura de Comprensión. In J. Sánchez, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping (Vol. 1)*. Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of Global Online Debate and the Development of an Interaction Analysis Model for Examining Social Construction of Knowledge in Computer Conferencing. *Journal of Educational Computing Research*, 17 (4), 397-431.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Köhler, W. (1967). Gestalt Psychology. *Psychological Research*, 31(1), XVIII-XXX.
- Luria, A. R. (1981). *Language and Cognition*. New York: Wiley & Sons.
- Maldonado, M. (2007). El Trabajo Colaborativo en el Aula Universitaria. *Laurus*, 13 (23), 263-278.
- Miller, N. L., & Cañas, A. J. (2008). A Semantic Scoring Rubric for Concept Maps: Design and Reliability. In A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Connecting Educators. Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008)*. Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Piaget, J. (1970). Piaget's Theory, en: Mussen, P. H. (editor), *Cari Michael's Manual of Child Psychology*, vol. I, New York: Wiley & Sons.
- Savery, J. R., & Thomas, M. D. (1995). Problem Based Learning: An Instructional Model and its Constructivist Framework. *Educational technology*, 35 (5), 31-38.
- Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011). El Constructivismo Hoy: Enfoques Constructivistas en Educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13 (1). Consultado el 13 de junio de 2014 en: <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>

DETERMINING STUDENTS' INTERESTS IN LEARNING SCIENCE USING CONCEPT MAP TECHNIQUES

*Moonika Teppo, Miia Rannikmäe,
University of Tartu, Estonia
Email: moonika.teppo@ut.ee, miia.rannikmae@ut.ee*

Abstract In recent studies related with interest development, a construct of interest is investigated by contextual approaches. Much research has been summarised that these approaches have an important role in increasing and maintaining students' interest in science learning. But there are no studies investigating the structure of students' contextual interest in science subjects using concept map techniques. The main aim of the current study is to develop dimensions through the concept map method created teaching models that enable different levels of school education to plan science teaching (educational purposes). Altogether four different teaching models (one in each science subject) were created using CmapTools program based on the data collected from grade 9 students, whereas in the current paper results from chemistry are presented only. Results indicate that students' interest in chemical reactions and bonding topics is possible to visualise in a teaching model structuring in different contexts – personal, social and science curriculum content-related ways.

Keywords: concept mapping, contextual interests, science learning, CmapTools program

1 Introduction

Students' interest in science has been investigated for decades from different perspectives, but there is still a gap in understanding the relationship between students' interest, the teaching process and the needs of society. Although there are number of factors impacting on students' interest in learning science, important factors predicting students' differing interests in school science are seen as gender, the curriculum focus (content *versus* context), the social environment (school, peers, teachers, parents, friends), different teaching methods and the learning activities/methods (Bergin, 2016; Dawson, 2000; Hulleman, Thoman, Dicke & Harackiewicz, 2017; Potvin & Hasni, 2014; Teppo, Semilariski, Soobard & Rannikmäe, 2017). Recognising this, context-based learning (CBL) approaches, where the main idea is putting scientific concepts, models or topics into a meaningful frame connecting science to everyday life, societal, or technological contexts (Podschuweit & Bernholt, 2017), have been widely implemented in science education for decades (Bennett, Lubben & Hogarth, 2006; de Jong, 2008; Gilbert, 2006; Häussler & Hoffmann, 2000; King, 2012; Podschuweit & Bernholt, 2017; Ramsden, 1997). Research has shown that context-based learning (CBL) has mainly positive effects on students' interest and motivation (Bennett et al., 2006; King, 2012; Ramsden, 1997), but little has been investigated how students' interest in particular science topics is influenced by the context in which the topic is presented. This paper reflects on the role of context based on Gilbert's (2006) description of context - that giving meaning to words, phrases, sentences and using three different contexts (personal, social and science curriculum content-related).

As noted above, different teaching and learning methods are important for raising and maintaining students' interest in science and also to develop a coherent and scientific understanding of important science concepts. An example is the inclusion of concept maps as a useful tool for facilitating meaningful learning and aiding this, CmapTools provides extensive support for visualising knowledge models (Novak & Cañas, 2010). By using concept maps as a graphical representation of the relationship among terms (Cañas, Novak & Reiska, 2015), the current paper seeks to visualise chemistry-related science concepts taking into account the three different contexts (Gilbert, 2006) as mentioned earlier.

The main aim of the current study is to develop a teaching model created and visualised using a concept map method for teaching chemical reactions and bonding. The current study seeks to answer to the following research questions:

- What kind of teaching model can be developed based on grade nine students' contextual interests about chemical reactions and chemical bonding?
- What interests do grade 9 students have in learning about chemistry-related topics?

2 Methodology

The sample for the study composed of 9th grade students (N=848) with an average age of 15,6 who answered to a questionnaire about interest in different chemistry topics.

Although the instrument consisted, in total, of 36 questions covering different science topics (plants undergoing photosynthesis, the nature of chemical reactions and chemical bonding, the Earth's surface and physical phenomena and processes) presented in three contexts - personal, social, content-related, this study only related to the 9 chemistry related items. The topics areas were selected from content indicated in the National curriculum for basic schools (2014) and previous research results (Teppo, 2004; Teppo & Rannikmäe, 2008).

The created 36-item instrument was piloted by a group of students and validated by experts. Based on the students' responses, minor changes were made regarding the wording of some items. To validate the content of the instrument, interviews with one science education professor and one researcher were accomplished before the students met the tasks. In addition, one science teacher looked at the items to validate the level of science topics suitable for grade 9 students. Experts were asked to evaluate all 36 items considering its belongingness to personal, social or science curriculum content-related contexts. Agreement between experts was 85%.

Students were asked to evaluate the given topics in a 4-point Likert scale (1-not interested ... 4- very interested). The questionnaire was administered electronically to students using school computers, or tablet computers provided by a data collector responsible for implementing the survey within a school.

Data were analysed in the following stages:

- 1) For finding out the most and the least interesting chemistry topics in the eyes of students, descriptive statistics (mean, standard deviation, percentages) were determined using SPSS software.
- 2) Student answers were analysed using a previously devised concept map, whereby different chemistry-related topics were put into the model based on a contextual framework. The concept map was created using the CmapTools program.

3 Results

3.1 *Students' contextual interests*

Students' interests in all nine chemistry topics are presented on Figure 1. This shows that more than half (range of 52-65%) of grade nine students do not have an interest to learn about topics related with atoms and molecules, chemical bonding and reactions. The most interesting topic for 48% students is related with water salinity in different regions in the world, which based on the framework, is related with social context. Other personal- and social-related topics are found not to be interesting for most students. Thus, we can conclude that students' interest in studying selected chemistry topics depend little on the context, but is not interesting based on content.

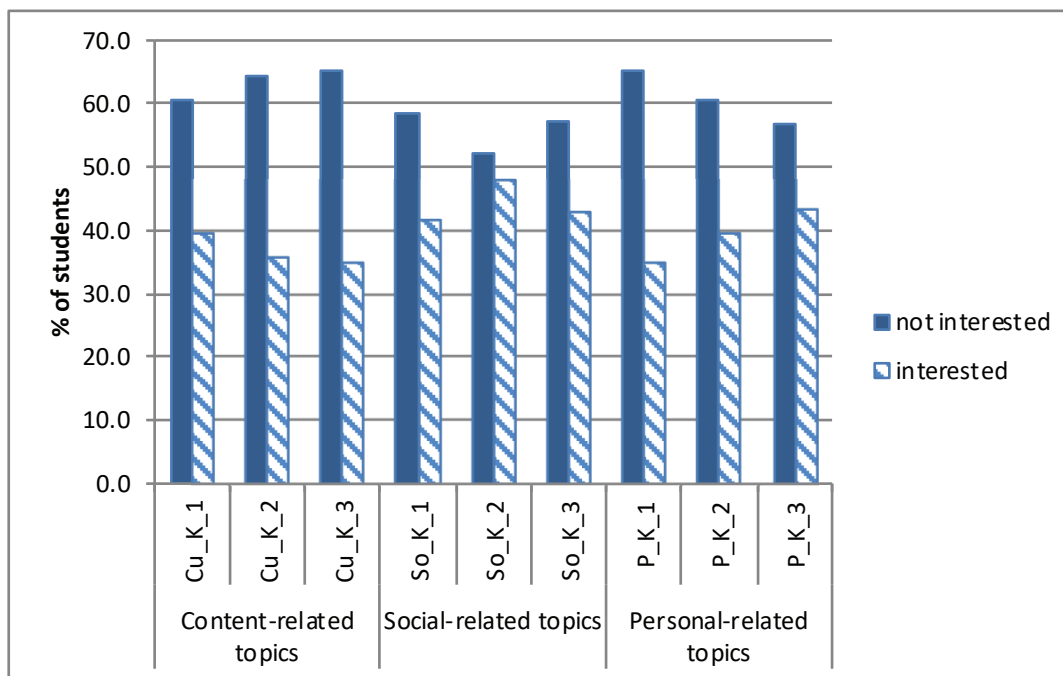


Figure 1. Grade nine students' contextual interests in learning about chemistry-related topics

3.2 Development of the Concept Map

A concept map was created considering a contextual interest framework and students' interest in chemistry-related topics. The concept map, presented in Figure 2, represented relationships between different chemistry content related concepts.

4 Conclusions and Implications

Students are interested to learn when science topics are presented and taught the way students perceive as relevant and important for them. This study shows contradictory results comparing with other studies using contextual approaches in a way to promote interest in learning chemistry. It shows that chemistry related topics are uninteresting for students despite the context in which they are presented.

To be aware of students' interest in chemistry or generally in science can help teachers better engage their students, meet their needs and can be facilitated using context-based learning materials.

5 Recommendation

We suggest teachers find the ways to make chemistry interesting and relevant for students showing the practical applications of chemistry in students' everyday lives and in the society. To fulfil this, it is appropriate to follow the developed concept map what offers benefits to both students and teachers.

Future studies can be related with implementation of the developed concept map among chemistry and science teachers to improve chemistry teaching.

6 Limitations

The research results are valid only for the current chemistry topics, contexts and age group (9 students) selected for the study. Therefore, it is not possible to make conclusions related to all students and science topics included in the science curriculum.

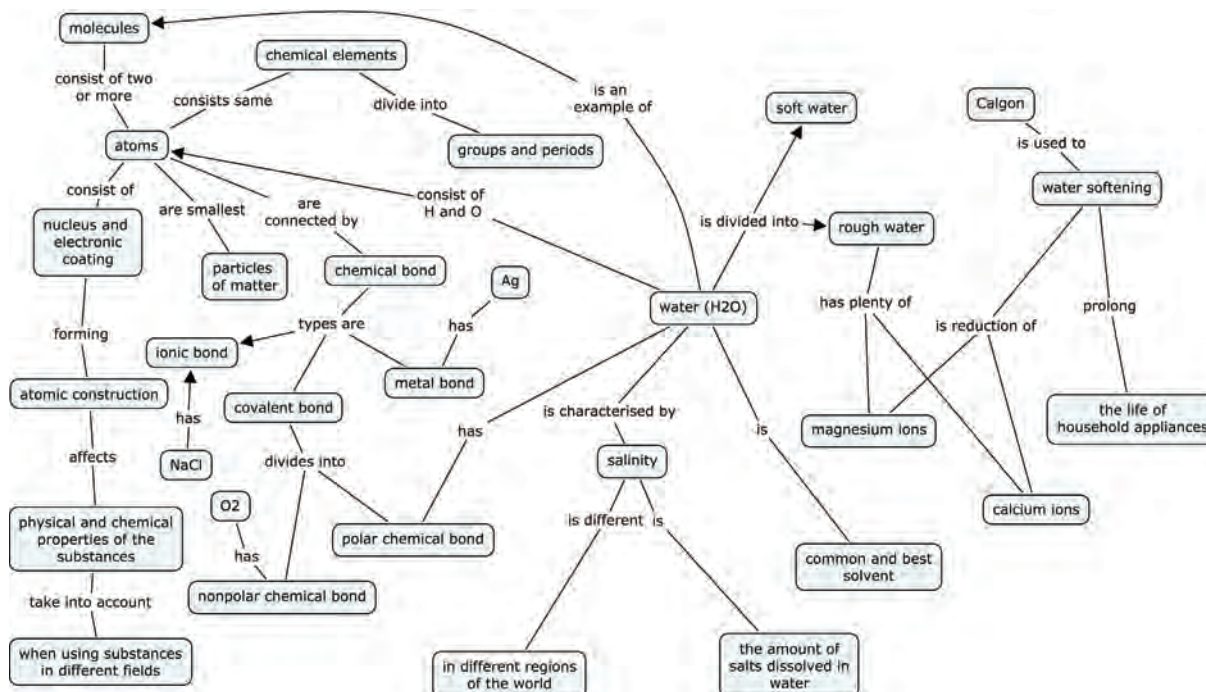


Figure 2. Developed concept map based on chemistry related topics

7 Acknowledgement

This study was funded by the Estonian Research Council through the institutional research funding project "Smart technologies and digital literacy in promoting a change of learning" (Grant Agreement No. IUT34-6).

References

- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2006). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.
- Bergin, D. A. (2016). Social Influences on Interest. *Educational Psychologist*, 51(1), 7-22.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 6-19.
- Dawson, C. (2000). Upper Primary Boys' and girls' Interests in Science: have they Changed since 1980?. *International Journal of Science Education*, 22, 557-57G.
- de Jong, O. (2008). Context-based Chemical Education: How to Improve it? *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.
- European Commission. (2015). Science Education for Responsible Citizenship. Accessed at: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of Context in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976.
- Hulleman, C. S., Thoman, D. B., Dicke, A.-L. & Harackiewicz, J. M. (2017). The Promotion and Development of Interest: The Importance of Perceived Values. In P. A. O’Keefe & J. M. Harackiewicz, (Eds.), *The Science of Interest* (pp.189-208). Springer International Publishing AG.
- Häussler, P. & Hoffmann, L. (2000). A Curricular Frame for Physics Education: Development, Comparison with Students’ Interests, and Impact on Students’ Achievement and Self-Concept. *Science Education*, 84(6), 689–705.
- King, D. (2012). New Perspectives on Context-Based Chemistry Education: Using a Dialectical Sociocultural Approach to View Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2010). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, 5(1), 9-29.
- Podschuweit, S. & Bernholt, S. (2017). Composition-Effects of Context-based Learning Opportunities on Students’ Understanding of Energy. *Research in Science Education*, 47, 1-36.
- Potvin, P. & Hasni, A. (2014). Interest, Motivation and Attitude Towards Science and Technology at K-12 level: a Systematic Review of 12 years of Educational Research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.
- Ramsden, J. (1997). How Does a Context-based Approach Influence Understanding of Key Chemical Ideas at 16+? *International Journal of Science Education*, 19(6), 697-710.
- Teppo, M. (2004). *Grade Nine Students’ Opinions Relating to the Relevance of Science Education* (Master’s thesis). Tartu: University of Tartu. Retrieved from <http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/1057/Teppo.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Teppo, M., & Rannikmäe, M. (2008). Paradigm Shift for Teachers: More Relevant Science Teaching. In J. Holbrook, M. Rannikmäe, P. Reiska, & P. Ilsley (Eds.), *The Need for a Paradigm Shift in Science Education for post-Soviet Societies* (pp. 25–46). Frankfurt am Main etc.: Peter Lang.
- Teppo, M., Semilarski, H., Soobard, R. & Rannikmäe, M. (2017). 9. klassi õpilaste huvi eri kontekstis esitatud loodusteaduslike teemade õppimise vastu ja motivatsioon õppida loodusteadusi. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 5 (1), 130-170.
- Teppo, M., Soobard, R. & Rannikmäe, M. (2018). Developing an Instrument to Model Students’ Contextual Interest in Different Science Education Content Areas (submitted).

ECMAP: AN EMBEDDABLE WEB-BASED CONCEPT MAP EDITOR

Alberto J. Cañas, Roger Carff & James Lott
Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA
Email: {acanas, rcarff, jlott}@ihmc.us
www.ihmc.us

Abstract. The embeddable concept map editor eCmap is part of the CmapTools software suite that enables the embedding of a Cmap editor into a host Web page. By providing a set of flexible APIs to the host page, different sets of functionalities can be made available to the user depending on the needs of the application where eCmap is embedded. eCmap is designed to be part of the CmapTools network and can fully interact with CmapServers and the Cmap Cloud. In this paper we describe eCmap, and we present several sample cases of its use, including CmapTools in the Cloud (the Web-based version of CmapTools), the CmapViewer, an integration to implement Cmap-based test items in online tests, and a Web page to evaluate Cmaps automatically.

Keywords: CmapTools, concept map, Cmap, editor, Cmap Cloud, embeddable, eCmap

1 Introduction

Since their creation in the 1970s, the use of concept maps (Novak & Gowin, 1984) has grown extensively throughout the world in all domains of knowledge, by users of all ages and for all kinds of applications (Novak & Cañas, 2010). The construction and manipulation of concept maps (Cmaps) is of course simplified when supported by the use of technology, just as a word processor facilitates the writing of text. More so, in our research efforts we have found that the combination of concept mapping with technology such as the Internet and WWW, as exemplified in the software suite we developed, CmapTools (Cañas et al., 2004), has significantly extended the applicability and use of concept mapping, and we are always surprised by the innovative uses that CmapTools users have found for the software.

Novak & Cañas (2010) asked themselves and the Cmappers community: Why aren't concept maps more ubiquitous? Even with the emergence of concept mapping tools – and there are many more available nowadays, particularly Web-based – it is not easy to embed a concept map editor in any Web page as one can embed a text editing box. Or to embed an interactive concept map with links to resources into a site. In this paper we describe eCmap, an embeddable concept map editor that is part of the CmapTools software suite, and present several cases that show how eCmap has been incorporated into different types of applications.

2 The CmapTools Network

The CmapTools Network consists of a set of client and server programs that work together to facilitate the construction, publishing and sharing of concept maps (Cmaps) and resources (Cañas, Hill, Granados, Pérez, & Pérez, 2003). CmapTools client programs access CmapServers to store, retrieve and share Cmaps, videos, images, documents, links to Web pages, etc. and integrate them into Knowledge Models (collection of Cmaps and related linked resources on a particular domain). The embeddable Cmap Editor eCmap is another client program within the CmapTools network.

3 eCmap: The Embeddable Cmap Editor

eCmap is the component of the CmapTools software suite which enables the embedding of a concept map editor into a web page. With this client-side, JavaScript / HTML5 library¹, a Cmap editor can easily be embedded, by calling a single function to initialize the editor and attach it to an element on the page. Multiple eCmaps may be embedded within a single page, attached to unique elements.

With eCmap, users can create and edit a Cmap in the same fashion (with the same gestures) as they do in the CmapTools desktop client (see Figure 1). Double-clicking on the background creates a concept. Selecting the concept displays the link creation icon which can be dragged to create a linking phrase to connect concepts. Double-clicking

¹ Code is developed in Java and compiled to JavaScript with Google Web Toolkit (GWT).

a concept or linking phrase allows for editing text. Selected objects can be moved with the mouse. There are also cut, copy, paste, undo and redo capabilities accessible from a right-click context menu. Since concepts may contain resource links, which users are able to click on and open, the library is also capable of displaying these in new browser windows or tabs or, if a callback handler has been registered, pass the link info to the handler to display.

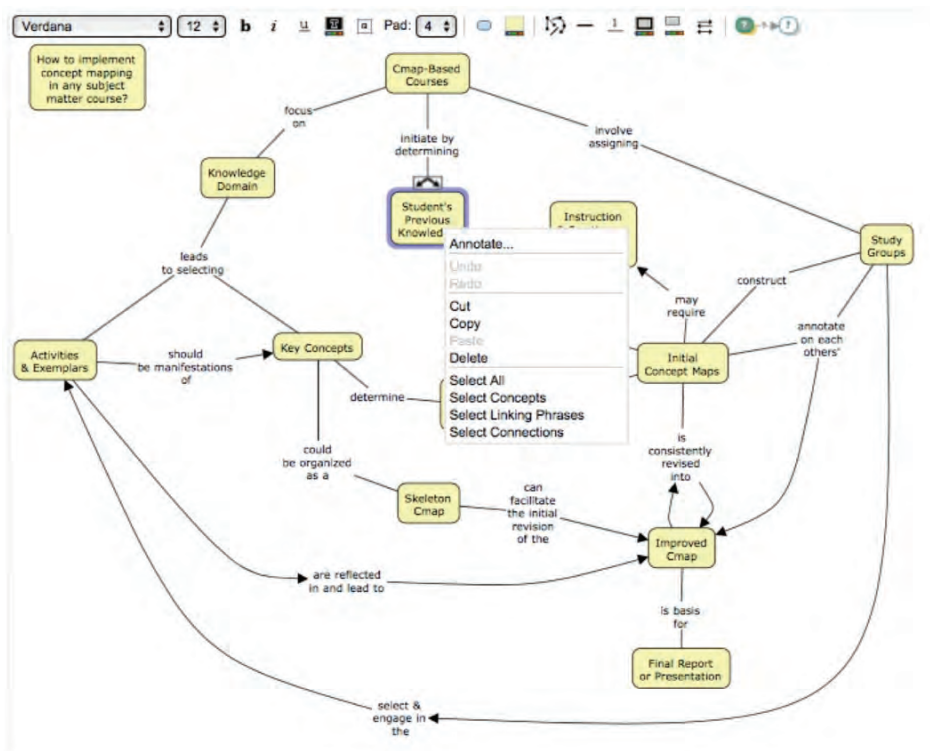


Figure 1. The eCmap embedded concept map editor, showing the toolbar at the top, and an example of right-click menu.

A toolbar is available for manipulation of the Cmap's style (Figure 1), in the same way as the Style Palette in the desktop version of CmapTools. Selecting objects in the Cmap and then selecting different icons in the toolbar will affect the selected objects. The toolbar may also be hidden (e.g. in view-only mode).

The eCmap library supports several different modes of editing: whether the Cmap should be viewable only, annotatable only (users can add Annotations to the Cmap) or fully editable. The Cmap can also be scaled to fit the size of its container object or displayed in a scrollable view at full size.

When initializing eCmap, a URL may be specified to load an existing Cmap into the editor. This URL may refer to a Cmap in a CmapServer, as eCmap is frequently used in conjunction with a CmapServer for Cmap and Resource storage. The eCmap library includes support for communication with a CmapServer, either directly or through a proxy (see Cmap Cloud section for a proxy example). In addition, Cmaps may be loaded from local storage (e.g. a [file://](#) URL) or imported/exported as CXL through the eCmap API, allowing for integration with any storage system supported by the host environment.

eCmap is also integrated with Google Analytics. If the web page containing the embedded editor has Google Analytics initialized, then the library will register success/failure events when resources are opened, closed, and saved. It will also record Cmap level change events such as concept added/deleted, linking phrase added/deleted, and resource link opened.

Currently eCmap supports the majority of the functionality of the desktop version of CmapTools, including drag and drop of resources from the host page to concepts in the Cmap, Annotations, and style-related features such as fonts, colors and background images. However, some advanced features are only supported by the desktop version of CmapTools, including Presentation Mode, Recorder, Nested Nodes, and Discussion Lists.

3.1 API Details

To simplify the description, we depict eCmap as having three APIs, as shown in Figure 2.

3.1.1 eCmapEditor API

Through the eCmapEditor API (#1 in Figure 2), eCmap exposes methods which allow the host page to initialize and interact with the embedded concept map editor. This API includes functions for creating, loading, and saving Cmaps, as well as getting and setting the Cmap's metadata and CXL. This API also includes a callback-style architecture, so eCmap can interact with its host environment. eCmap uses these callbacks as feedback functions to let the host page know that a Cmap or resource has been opened, or saved, or is being saved, or an error has occurred; the host page can choose to display this feedback as appropriate.

The eCmapEditor API also allows some overriding of functionalities that eCmap provides internally. This enables the host page to further customize the behavior and look-and-feel, by registering callback handlers for certain events such as: requests to show resource links, requests to edit resource link information, and dialogs for saving Cmaps. For example, if the host page wants to customize the behavior of the Save Cmap dialog, it registers as a ViewsOperations callback handler. When a save is to take place, the Cmap's info is passed to the showSaveDialog callback function. The host page then does whatever it wants with the information. It could simply show a custom Save dialog for the environment's look-and-feel, in place of eCmap's built-in Save dialog. When the user clicks save, the metadata can be passed back to eCmap which then deals with saving the Cmap and its parts back to the CmapServer. Or, instead of saving to a CmapServer, the host page could just ask eCmap for the CXL of the Cmap and upload it, for example, to Google Docs if desired.

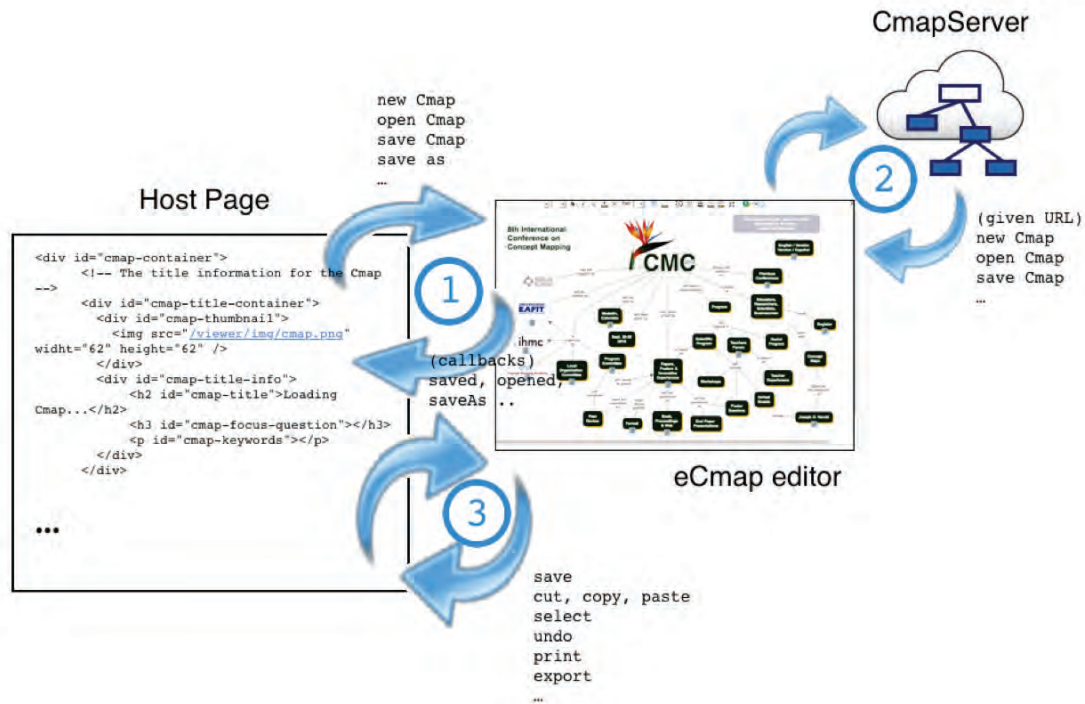


Figure 2. Through APIs eCmap interacts with the Host Page and CmapServer.

3.1.2 eCmapServer API

When Cmaps are stored on a CmapServer, eCmap uses the eCmapServer API (#2 in Figure 2) to retrieve Cmaps in CXL format, save Cmaps, and export Cmaps to CXL, JPEG and SVG formats. In general, this API includes functions for managing resources and folders on a CmapServer, including uploading, creating, copying, deleting, renaming, moving Cmaps and resources, retrieving thumbnails and folder lists, and dealing with permissions. This interaction

can be directly with the CmapServer or through a Proxy, as we'll see in the examples later in this paper. Once the operation is completed, eCmap would use the callback mechanism to let the host page know if it was successful or not. An additional feature of the eCmapServer API is that it is also available to the host page. This is demonstrated by the Cmap Cloud (and other examples), described in section 4, which can show a user's current list of resources and folders and allows the user to rename, delete, move, and create resources.

3.1.3 eCmapActions API

The eCmapActions API (#3 in Figure 2) is the mechanism by which eCmap provides the host page with a set of Actions relevant to the Cmap being edited, along with their enabled state. These actions include operations like Select All, Select Concepts, Select Linking Phrases, Select Connectors, Cut, Copy, Paste, Undo, Redo, Change Properties, Print, Export (in several formats). It's optional whether to display all of the Actions or not, as we'll see in the examples below. The host page can show all of the actions to the user (e.g. in a menu integrated with the look and feel of the page), or it may decide to customize the actions available to the user, and only display certain actions (perhaps as buttons in a toolbar). When the user selects an Action (dependent on how the actions are displayed), the host page can notify the action's callback function, and the action will be handled by eCmap.

4 Examples of Embedding eCmap

The flexibility in the design of eCmap together with the integration with the CmapTools architecture has facilitated its embedding in many unique environments. In this section we describe several of these use-cases.

4.1 Cmap Cloud

As Internet connections get faster and Web browsers more capable, counterparts for desktop applications have become more common and capable, and for many users, have replaced the desktop applications, as exemplified by Google Docs, Office 365, simplifying sharing and collaboration and the construction of simple documents. Developing a CmapTools editor that would run on a Web browser made sense.

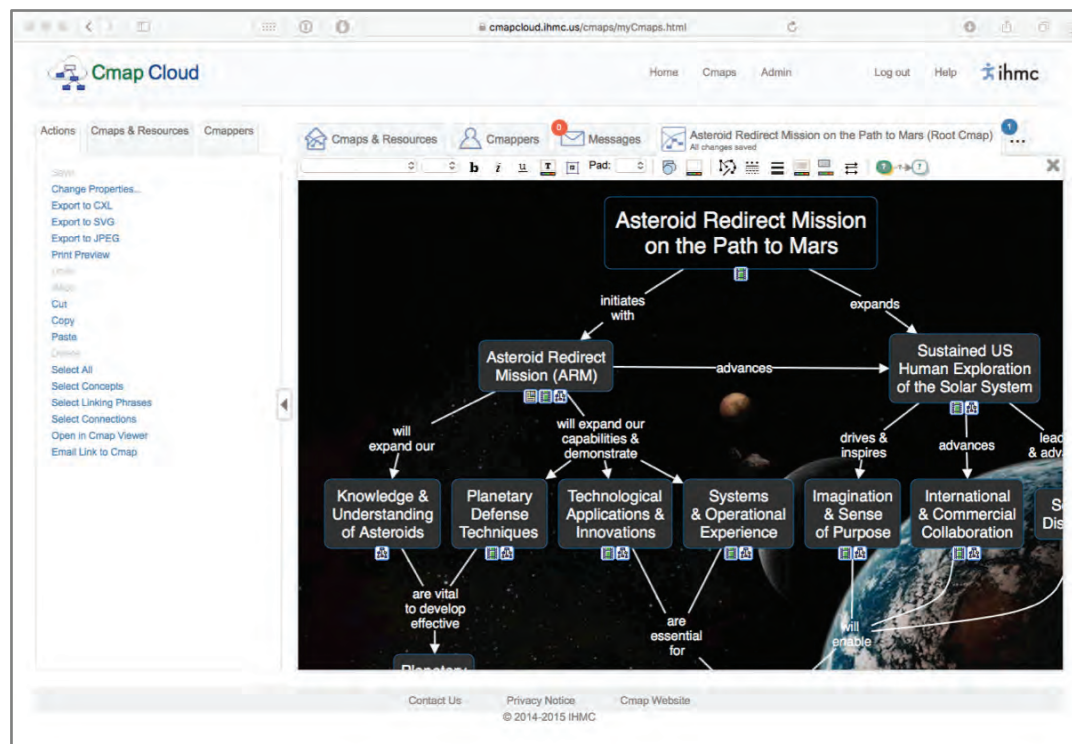


Figure 3. CmapTools in the Cloud incorporates eCmap in a tabbed environment, with Actions list on the left to operate on the opened Cmap.

Building on the existing CmapServer and the CmapTools Network Architecture, we implemented the Cmap Cloud, a centralized sharing site for users to store and share their Cmaps, resources and Knowledge Models and access them from the three versions of CmapTools: (a) CmapTools (for Desktop), (b) CmapTools for iPad, and (c) CmapTools in the Cloud (the Web version of CmapTools). Through their personal accounts, users can synchronize CmapTools for the iPad with the root of their Home folder in the Cmap Cloud. Using the desktop version of CmapTools, users can access the Cmap Cloud resources in their Home folder, from the Views window. And through CmapTools in the Cloud, which we implemented using eCmap, the user can access and share resources and edit them using a Web browser.

For CmapTools in the Cloud, eCmap is embedded in a tab-based view which supports opening multiple Cmaps and quickly switching between them. The site uses the eCmapActions API, described above, to display context-sensitive menu items (Actions) in a panel on the left (see Figure 3), as well as the eCmapEditor API to register ViewsOperations callbacks for handling opening linked resources (either in an internal tab or through the browser/OS), showing feedback to the user (saving, error), and managing drag and drop of resources to the editor. In addition, the Cmaps and Resources tab (Views) uses the eCmapServer API to communicate with the CmapServer, to show the contents of folders and allow operations on resources (create, delete, copy, move, edit properties, etc.), similar to the desktop version of CmapTools.

To support single-sign-on (SSO), the Cmap Cloud site enables eCmap's proxy option, which re-directs all requests to the CmapServer to route through a proxy running on the Cmap Cloud webserver. This allows the Cmap Cloud site to attach the user's credentials to CmapServer requests, and then forward the requests to the CmapServer; when it receives a response, it is forwarded back to eCmap. Recently we completed the implementation of OAuth2 on the CmapServer, and intend to modify eCmap to take advantage of it instead of using the proxy server.

CmapTools in the Cloud has exercised eCmap's functionality, as it has grown to over 518,000 registered users, and has become very popular, in particular with academic students, faculty, and researchers.

4.2 *Cmap Viewer*

The CmapViewer is a software utility to view and embed Cmaps that are stored in CmapServers. It is the default Web viewer for Cmaps stored in the Cmap Cloud, the IHMC Sample Knowledge Models Place, and several other IHMC CmapServers. Implemented as an add-on for the CmapServer, it replaces the internal viewer; the CmapViewer JavaScript code is automatically loaded by the user's browser whenever they open a URL to a Cmap. Internally, the CmapViewer uses the eCmap code to render the Cmap, in a view-only mode without any toolbars. It is not part of the standard downloadable CmapServer and its therefore not available on all CmapServers.

Figure 4 shows how the Cmap in Figure 1 is displayed by the CmapViewer with its default settings, including the Cmaps' name as the Title, the Cmap's Focus Question, and icons for Annotate, Save and Embed. As can be seen, the CmapViewer code is itself the host page for eCmap, and has implemented the Annotate and Save button for the user to interact with the Cmap. The Annotate button allows the user to make Annotations on the Cmap (permission to Annotate is needed), and the Save button saves the annotations.

The Embed button shows how to embed the CmapViewer displaying this Cmap in another web page (and thus embed eCmap). This button is also shown when a Cmap being edited in the desktop version of CmapTools is stored in a CmapServer that has the CmapViewer installed, as shown in the lower right of Figure 5. Clicking on the icon displays the dialogue shown in Figure 5. Clicking on the icon in the CmapViewer displays a similar dialogue. The options selected² determine the HTML code, needed to embed the Viewer, which is displayed for the user to copy and include in their Web page. Notice that allowing Annotations is an option. We have used the CmapViewer in a number of sites, including the Cmaps displayed in the Concept Mapping Conference (Cmap) website³ to display each CMC's Cmaps.

² More details on how to embed the CmapViewer are available at: <https://cmap.ihmc.us/docs/cmapviewer-client.php>

³ CMC's website: <http://cmc.ihmc.us>.

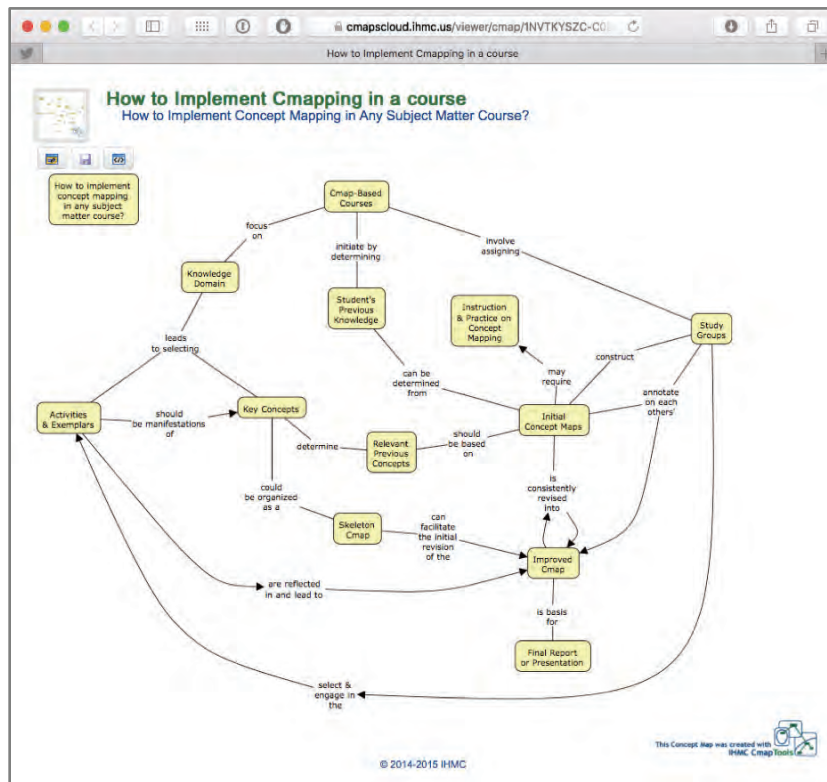


Figure 4. The Cmap in Figure 1, as displayed by the CmapViewer with its default settings

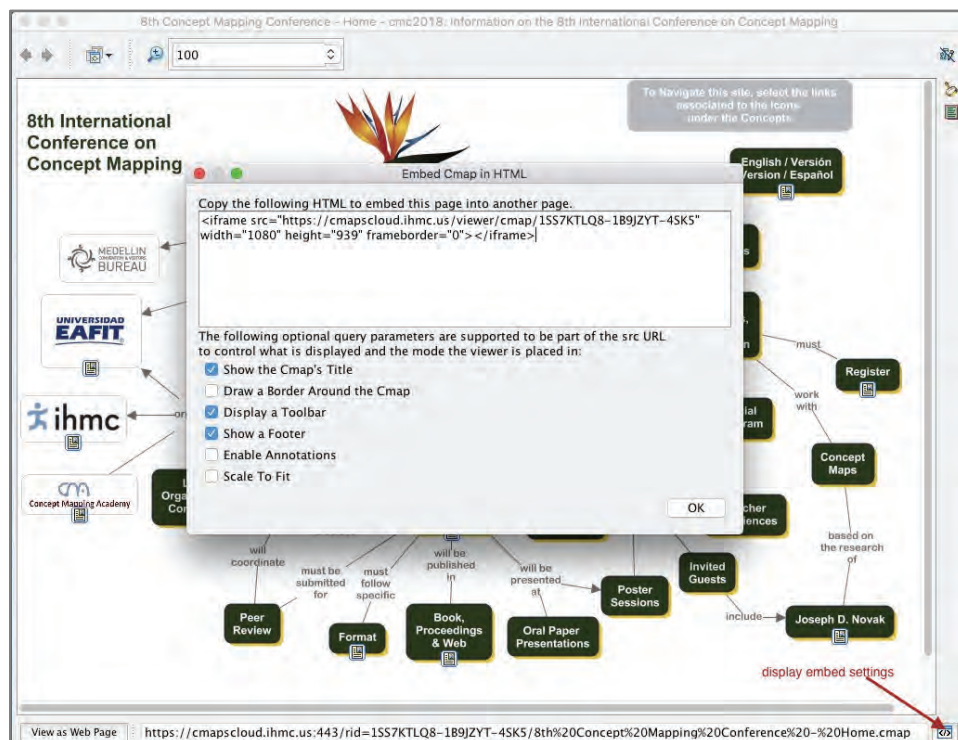


Figure 5. Dialogue to construct the HTML code necessary to embed a Cmap using the CmapViewer.

4.3 Cmap-based Test Items

As part of the Concept Mapping Academy website, which is described below, we needed test items that involved having the test-taker construct or modify a Cmap, and for the system to evaluate the correctness of the response. For this purpose, we decided to use TAO⁴, a Web-based open-source architecture for creating, delivering, and evaluating tests. We embedded eCmap into the TAO architecture, which allowed embedding Cmaps into TAO test items. In addition, we integrated CmapAnalysis (Cañas, Bunch, Novak, & Reiska, 2013), a software library for assessing Cmaps against evaluation criteria, into TAO's test evaluation process, to provide an end-to-end solution for using Cmaps as a method of testing and evaluation.

In the TAO test item editor, we added a button to the toolbar which embeds eCmap into a test item. Clicking on the placeholder for the editor brings up a settings dialog which allows the user to specify the evaluation criteria, as shown in Figure 6. The test author must provide the URL of the Cmap (which may be stored in a CmapServer), the size at which the Cmap should display, and fill in a set of criteria. In the example in Figure 6, a set of concepts are required to be present in the Cmap, which should also have a maximum of 15 concepts (from the list), 20 propositions, and a topological (Cañas et al., 2006) level of 5. The item now goes into TAO's items bank, and can be incorporated into any TAO test. After the user completes a Cmap test item, it is evaluated by the CmapAnalysis library, and the results are stored in the TAO test results database.

We have used the Cmap TAO items in the Concept Mapping Academy website described in the next section.

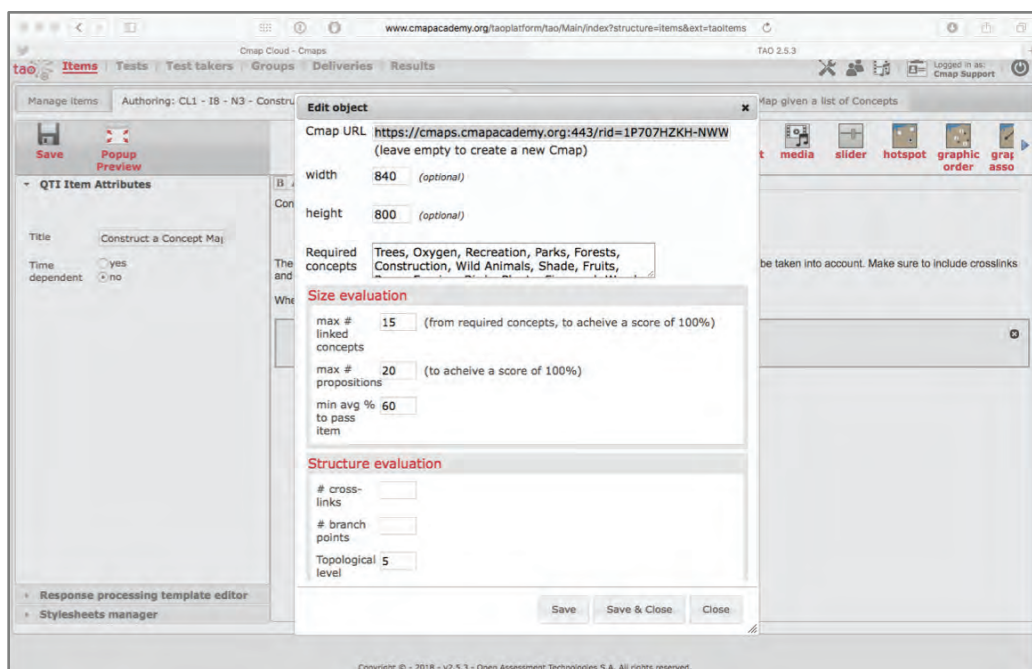


Figure 6. Configuring a test item in TAO that will present the test-taker a Cmap using eCmap.

4.4 Concept Mapping Academy Tutorials and Certification Tests

The Concept Mapping Academy's website is a work-in-progress effort to offer concept mapping tutorials and a Professional Certification Program on concept mapping. As part of the tutorials on concept mapping, several Cmap-based test items are offered in between the tutorial text to test the learners' understanding of the topics being covered.

Figure 7 shows the result of embedding a TAO test, that consists of a single Cmap test item, into the middle of a tutorial page. In this test item the learner is expected to construct a Cmap with the concepts provided. As can be seen in the Figure, this results in eCmap being used to display the Cmap retrieved from the CmapServer. Once the user

⁴TAO is available at <https://www.taotesting.com>.

completes the Cmap, it's assessed by the CmapAnalysis code according to the criteria selected when the test item was constructed, and if the response is correct the user can continue, otherwise he or she is asked to try again with another, similar item.

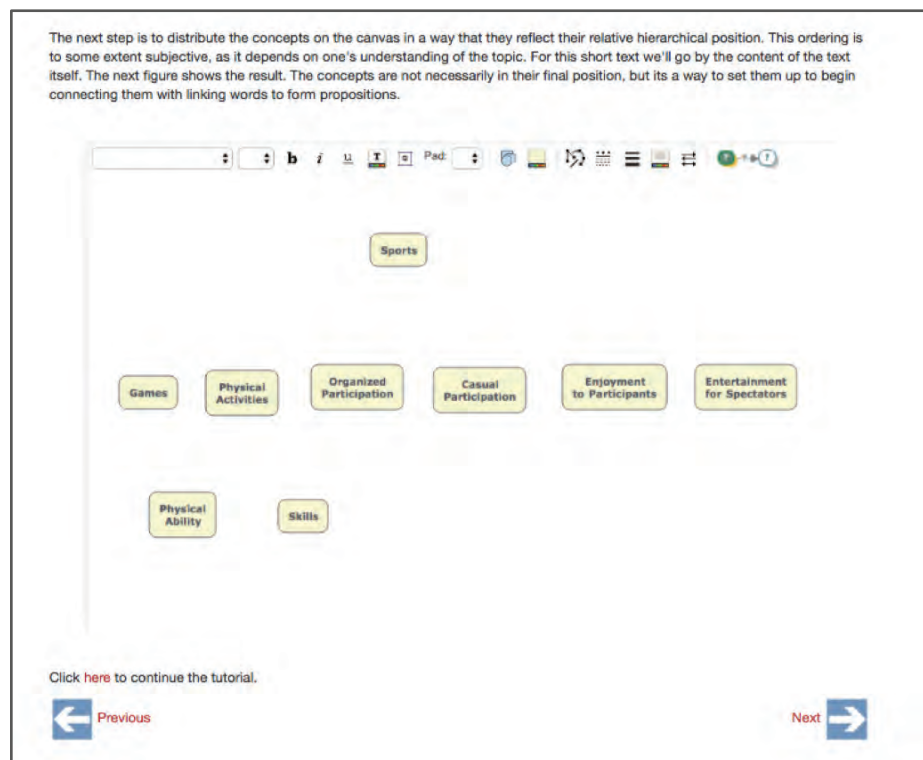


Figure 7. A TAO test consisting of a single Cmap test item is displayed as part of a concept mapping Tutorial page at the Concept Mapping Academy website.

4.5 *How Good is My Cmap?*

The last example we will present is the “How Good is My Cmap?”⁵ webpage of the Concept Mapping Academy website. This page allows you to analyze a concept map you have built with CmapTools and evaluate its ranking according to the Topological Taxonomy, using the CmapAnalysis library previously mentioned. In addition to the taxonomy score, the analysis results include several additional metrics along with feedback on how to improve your Cmap, and provide links to sections of the tutorials related to the suggestions. You can upload an existing Cmap in CXL or Java-binary format, provide the URL for a Cmap stored in a CmapServer, or construct your own Cmap. To display the supplied Cmaps, or to allow the users to construct their own Cmaps, eCmap is embedded into the webpage, as shown in Figure 8. This example demonstrates how the host page can pass the uploaded or retrieved Cmap to eCmap for display, or retrieve the constructed Cmap from eCmap for evaluation. The APIs provided by eCmap allows for significant flexibility on how the host page interacts with the eCmap.

⁵Although the rest of the website is not yet completed, the “How Good is My Cmap?” page is functional <https://www.cmapacademy.org/practice/how-good-is-my-cmap.html>

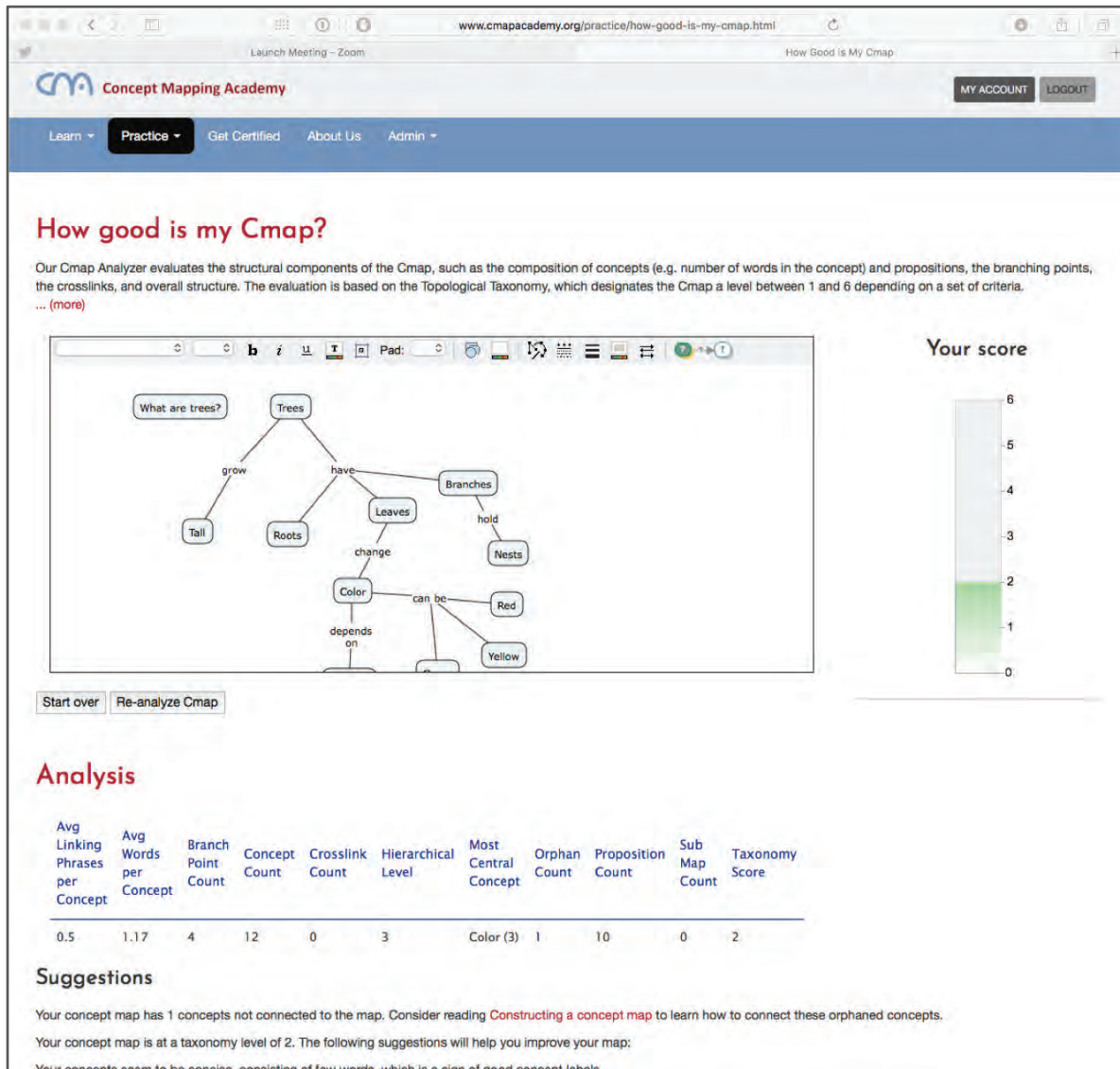


Figure 8. In the “How Good is My Cmap” webpage, eCmap displays the uploaded or retrieved Cmap being evaluated, or allows you to construct your own Cmap.

5 Conclusions and Future Work

With the flexible and modular design of the embeddable CmapTools editor eCmap, we have moved towards making concept maps ubiquitous and universal (Novak & Cañas, 2010). eCmap has been implemented in a large variety of scenarios, from being the editor component of CmapTools in the Cloud, the Web-based CmapTools with thousands of users, to being part of Cmap-based test items in an online test preparation and delivery system. We believe that its flexibility will facilitate integration with a wide range of future applications.

We plan to continue enhancing eCmap by including some of the unimplemented advanced features mentioned above that are available in the desktop version of CmapTools. In addition, we are looking to extend the eCmap API to allow the host page to modify a Cmap in real-time by adding, moving, changing, and deleting its contents (and to listen for such events), which we expect will open a whole new category of embedding applications.

References

- Cañas, A. J., Bunch, L., Novak, J. D., & Reiska, P. (2013). CmapAnalysis: an Extensible Concept Map Analysis Tool. *JETT*, 4(1), 36-46.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., . . . Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., Hill, G., Granados, A., Pérez, C., & Pérez, J. D. (2003, 2003). *The Network Architecture of CmapTools*. Technical Report. Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola, FL.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., Miller, N. L., Collado, C. M., Rodríguez, M., Concepción, M., . . . Peña, L. (2006). Confiabilidad de una Taxonomía Topológica para Mapas Conceptuales. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 153-161). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2010). The Universality and Ubiquitousness of Concept Maps. In J. Sánchez, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 1-13). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.

EFFECTS OF USING COMPUTERIZED CONCEPT MAPPING ON DEVELOPING READING COMPREHENSION IN AN ADVANCED COLLEGE READING COURSE

*Professor Abdulaziz I. Fageeh
King Khalid University, Saudi Arabia
Email: afageeh@kku.edu.sa*

Abstract. This study aimed to investigate the effects of using computerized concept mapping on developing reading comprehension in EFL college students in an advanced reading course. The sample included two EFL college students groups, each comprising of 30 male students in a Southern Saudi Arabian university. One group, the experimental, studied the course using computerized concept mapping strategies through IMindMap for presenting the reading passages and themes while the control group studied the same passages and topics in the conventional method. A reading comprehension test was administered to both groups after the interventions. Statistical analysis revealed statistically significant differences in the mean scores of both groups ($\alpha=0.05$) on post testing to the good of the experimental group. Results also indicated a considerable effect size of using computerized concept mapping strategies in improving reading comprehension in EFL college readers. recommendations for pedagogy included organizing training workshops for EFL language instructors to use CMC strategies and programs to teach reading skills through CMC strategies. Further research recommendations were forwarded.

Keywords: Computerized concept mapping, reading comprehension, college advanced reading

1 Introduction

Reading comprehension is a significant language skill integral to overall language development; language comprehension is dispensable for all language and thinking skills and it is the ultimate goal of literacy (Ortlieb, 2013). The development of reading comprehension skills is essential for success in academic achievement.

EFL instructors in Saudi universities need to improve students' reading comprehension skills in English through employing effective reading comprehension cognitive and metacognitive strategies which not only activate schemata needed to decipher written texts, but also relate current learning to prior learning in structured and semi-structured classroom settings (Chamot, 2005; Oxford, 1990; Sadeghi & Langhroudy, 2012; Vandergrift, 2003; Wenden, 2002; Whittington, 2012).

Therefore, researchers, educational psychologists and pedagogues have studied effective strategies to improve reading comprehension. EFL pedagogy has always been after improving and developing language learning skills through following self-directed and permanent learning approaches acquired in the course of reading comprehension. Extant research (e.g., Brown, 2005; Culver, 2008; Murray, 2008; Noronha-Nimmo, 2008; Pan, 2006; Thampradit, 2006; Tapinta, 2006) revealed that effective EFL strategy-based learning can satisfy the needs of language learners and repair their language deficiencies, leading to facilitate learning in EFL settings. Reading comprehension is a complex process that takes place in the human brain. Reading comprehension is possible when learning materials is linked to the learners' life experiences and their prior knowledge, which requires some sort of schematization of graphemes and series of words (Moore & Lo, 2008; Lipson & Wixon, 2009; Zeki, 1993).

Available research mostly addressed the difficulties involved in internal mental representations or how schemata activation could be exploited to improve reading comprehension characteristically in EFL conditions, but not noticeably in EFL contexts. Prior research also addressed cognition and meta-cognition processes in other disciplines such as educational psychology or cognitive psychology, but rarely in EFL theory.

For instance, Zeki (1993) suggested that visual imaging in the brain takes place because of retinal processing and outputting since "Ganglion cells are the sole source of visual input to the rest of the brain. They have center-surround receptive fields." According to Zeki's theory, the brain creates a visual world where visualization and comprehension take place simultaneously. Therefore, concept mapping is a new method that is used for ameliorating and expediting learning and comprehension. Concept mapping can help learners to develop learning autonomy and organize, expedite, retain and retrieve information in effective ways (Buzan & Buzan, 1996).

The use of concept mapping is some sort of advance organizers that assist in mental visualization that helps in reading comprehension, retaining and retrieving information (Buzan & Buzan, 1996; Tucker, Armstrong & Massad,

2010). Concept maps can efficiently be used as scaffolds for higher-order thinking skills (Holzman, 2004). Concept mapping not only helps in improving and organizing learning, but it can also help in enhancing long-term memory retrieval as well as cognitive processing of oral material (Farrand, Hussain & Hennessey, 2002). Previously, concept maps were done manually, but developmentally in a computer age, special software started to be used for computerizing concept mapping. Computerized concept mapping is more professional and attractive (Dara, 2010). Prior research on the effects of concept mapping in the traditional form and the computerized concept mapping indicated that computerized concept mapping has advantages over manually drawn concept maps (Dara, 2010; Nong, Pham & Tran, 2009). Computerized concept maps are more attractive, faster to produce and more professional, and therefore, prior research indicated that computerized concept mapping strategies can be effective in inducing reading comprehension (Stankovic, Besic, Papic & Aleksic, 2011). For instance, Peng (2011) showed that computerized concept maps improve reading comprehension by linking the functions of both brain hemispheres since computerized concept mapping includes word processing, logical processing of language and mathematical analysis. This eventually leads to improving creativity, mental visualization, comprehension, analysis, synthesis and mental imaging (Benavides, Rivera & Rubio, 2010; Siriphanich & Laohawiriyanon, 2010; Liu, Chen & Chang, 2010; Kim & Kim, 2012; Hofland, 2007).

2 Problem of the Study

The researcher noticed that EFL adult learners are deficient in reading comprehension skills at the college level as is shown in reading courses grades. Guthrie & Klauda (2014) indicated that EFL college students need to develop cognitive processing strategies and techniques such as computerized concept mapping strategies in order to enhance reading comprehension. Concept mapping using computer software helps relate prior knowledge to current knowledge in a way that helps improve analysis, elaboration, synthesis and evaluation by activating schemata (Siriphanich & Laohawiriyanon, 2010). Most EFL readers cannot link prior knowledge to current information and therefore fail to process new knowledge in effective ways. This study sought to answer the following research question:

Are there statistically significant differences between the experimental and control group participants on posttesting to the advantage of the experimental group due to using IMindMap for learning reading through CMC?

3 Methodology

3.1 Design

The study is a semi-experimental investigation in which the researcher employed a pretest, post-test control group design.

3.2 Participants

This study was implemented in two classes per week over a period of one semester. Sixty majors at a southern university located in Southwestern Saudi Arabia were selected to participate in this study by convenience. To investigate the efficacy of different computerized concept maps on their reading comprehension, all participants were divided into two homogeneous groups.

3.3 Procedure

They were all pretested on a reading comprehension test to obtain baseline scores for later comparison with posttesting mean scores.

The first experimental group received instruction into Reading IV, an advanced course in reading comprehension, through IMindMap, a software for generating concept maps. The participants were trained on the basics of IMindMap and they integrated it in their reading assignments in class and in home assignments. There were seven key points made in the teaching procedure:

1. Decide the general topic or title of the map.
2. Consider ideas related to the reading passages/assignments
3. Select the words and phrases that fit in best with the general topic, and that will support the main ideas in the reading passage.
4. Draw and connect these words or phrases to the main topic with a line referring to the relationship.
5. Repeat the process of brainstorming and branching for each of the subtopics students highlighted or circled until they form adequate ideas on the reading text to help them fully comprehend the text.
6. Use the concept map to organize students' reading comprehension.
7. Use the concept maps to refer to the text topics and subtopics as a visualization of global and local information in the reading text as they read and reread it.
8. The control group received no-mapping reading instruction in the traditional way.

After the treatments were completed 10 weeks later, they were posttested on Version B of the Reading Comprehension Test.

4 Literature review

IMindMap software for computerized concept mapping learning was first developed by Tony Buzan, a brain researcher, in the 1970s (Buzan, 1977; 2005) as a specialized technique to make notes as brief as possible while being as interesting as possible. Therefore, it was used as a reading comprehension and writing assistant to extract briefings of reading material or brainstorm ideas for writing assignments. As of that time, mind-mapping has proven to be a simple way to make notes in a variety of ways (Brinkmann, 2003), and now millions of people use mind maps for brainstorming, project planning, decision making, and document drafting.

Thus, mind-mapping started to be employed as an effective way to get information into the human brain. It is a creative and logical means of recording and noting that literally "trains" our ideas (Buzan, 2005). The Mind Map also clearly shows how the points are linked together (Khoo, 2006).

Since the process of building a mind map engages the learner with the content, it is an active learning strategy that can be used during the lesson instead of traditional lectures (Willis and Miertschin, 2006). Using IMindMap software for mind mapping, students can be more actively involved in their learning process (Edwards and Cooper, 2010), improving students' critical thinking (Mueller et al., 2002). It is also important to pay attention to the use of symbols and symbols in mind maps.

To clarify the reasons that students become competent to hold self-confident presentations without notes can be traced back to mental mind mapping (Mento et al., 1999), since mind mapping combines not only words but also symbols and icons with specific key points.

Remarkably, mind mapping is also a technique for group-work brainstorming, as in reading or writing instruction, especially for adult learners, as ideas can be made as good as possible without interfering with the hierarchy of search engines (Murley, 2007). In addition, IMindMap software can be employed as a teaching tool and for the preparation and review of lectures. The technique allows quick writing and reviewing of notes. (Edwards and Cooper, 2010). An original and useful Mind Map will be created and given to students as a summary for the upcoming semester, tutorial or lecture. (Edwards and Cooper, 2010). Alternatively, reading instructors can train their students to receive, retain and retrieve relevant information from reading texts as they use ImindMap software for computerized concept mapping in reading classes. Mind mapping can display reading comprehension global and local information in the form of PowerPoint presentations (Murley, 2007).

5 Results

The research question was to investigate the effectiveness of the computerized concept mapping versus traditional reading instruction treatments on the reading comprehension of the learners of different writing proficiencies.

The following table shows the participants' mean scores and standard deviations on pretesting and posttesting of reading comprehension.

Group	Pretesting scores			Posttesting scores			
	No	Mean	SD	Mean	SD	Adjusted Mean	STD Error
Control	30	14.833	2.94	17.233	3.18	17.312	0.54
Experimental	30	15.167	3.21	19.667	3.31	19.588	0.54

Table 1: Mean scores and standard deviations on reading comprehension pretesting.

The mean scores on post testing for the experimental group were greater than those for the control group. To discover the statistical significance of these differences, ANCOVA was used the results of which are below summarized:

Source of Variation	Type II Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Pretest (Covariate)	121.237	1	121.237	14.080	0.000	0.198
Group	77.508	1	77.508	9.002	0.004	0.136
Error	490.797	57	8.610			
Total	700.850	59				

Table 2: ANCOVA results.

ANCOVA results showed in Table 2 above indicate that there are statistically significant differences ($\alpha=0.05$) between the experimental and control groups. By comparing the mean scores for both groups, the results show that the improvement occurred in the experimental group due to using computerized concept mapping.

For the effect size, Eta Squared value (η^2) reached 0.1267, a value that indicates an average effect size, given total variance of the covariate (i.e., using iMindMap for computerized concept mapping in reading instruction). The value of $\Delta(d)$ was found out to be 0.751, which indicates a considerably big effect size.

6 Conclusion

Recently, EFL college students expect to use more digital media applications in everyday lives for their learning and these smart applications should be seamlessly integrated into their classroom experience. With this software, iMindMap for computerized concept mapping, EFL students can learn that reading is an exciting experience, and they would be able to visualize the entire reading text content remarkably. As a result, the learning process could be more interesting and entertaining, where it attracts students who are visual, auditory or kinesthetic learners. Indisputable, with iMindMap in the class, reading instruction can really impact the teaching and learning process through its ability to adapt to the learning styles of different students. Therefore, this study strongly recommends the use of iMindMap in class to improve the learning process of the new generation.

Since this study is only a semi-experimental investigation, it was limited to only one small population of EFL students, some selected topics of the reading curriculum and a specific computer mind-mapping tool. That's why, prospective research can be extended by applying the experimental research method.

In addition, future research can also analyze the impact of using iMindMap on student performance, both in the exam and in the exam the understanding of the reading topics, global understanding, local understanding and application of specific reading comprehension skills.

References

- Benavides, S., Rivera, F., & Rubio, M., (2010). *Improving Reading Comprehension Skills by Using Mind Mapping Software with Students of Bachelor's Degree in English Attending Reading and Writing in English II course*. (Master thesis) Universidad de Oriente UNIVO. San Miguel, El Salvador.
- Brinkmann, A. (2003). Graphical Knowledge Display – Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient tools in Mathematics Education. *Mathematics Education Review*, 16, 35-48.
- Brown, Cindy (2005). *An Investigation of the Influence of Metacognition, Reading Comprehension Skill, and Background Knowledge on Studying*. Unpublished PhD, Columbia University, Proquest, AAT 3159724.
- Buzan, T. (1977). *Making the Most of Your Mind*. Pan Book.
- Buzan, T. (2005). *The Ultimate Book of Mind Maps*. Thorsons, London.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *The Mind-Mapping Book: How to use Radiant Thinking to Maximize your Brain's Untapped Potential*. London: BBC.
- Chamot, A. (2005). The Cognitive Academic Language Learning Approach (CALLA): An update. In P. Richard-Amato and M. Snow (eds), *Academic Success for English Language Learners* (pp. 87-101). White Plains, NY: Longman.
- Culver, Tiffany Fawn (2008). *An investigation of study guides and quizzes to improve college students' reading compliance, comprehension, and metacognitive strategies*. Unpublished PhD, Mississippi State University, Proquest Database, AAT 3315169.
- Dara, C. (2010). *Hand Drawing Vs. Using Software Mind Mapping*. Retrieved February 21, 2013 from <http://www.isoftwarereviews.com/hand-drawingvs-using-software-mind-mapping/>
- Edwards, S. and Cooper, N. (2010). Mind mapping as a teaching resource. *The Clinical Teacher*, 7(4), 236-239.
- Farrand, S., Hussain, F. & Hennessy, E. (2002). The efficacy of the mind map study technique. *Journal of Medical Educational*. 36(5), 426-431. Retrieved October 12, 2013 from <http://www.thinkbuzan.com/uk/articles/mindmappingworks>
- Guthrie, J., & Klauda, S.L. (2014). Effects of classroom practices on reading comprehension, engagement, and motivations for adolescents. *Reading Research Quarterly*, 49(4), 387-416.
- Hofland, C. (2007). *Mind-mapping in the EFL classroom*. Fontys Hogescholen: Fontys Teacher Training College Sittard.
- Holzman, S (2004). *Thinking maps: Strategy-based learning for English language learner*. Annual Administrator Conference 13th Closing the Achievement Gap for Education Learner Student, Sonoma Country Office of Education, California Department of Education.
- Khoo, A. (2006). *I Am Gifted, So Are You*. Marshall Cevendish Editions.
- Kim, S. Y., Kim, M. R. (2012). Kolb's Learning Styles and Educational Outcome: Using Digital Mind Map as a Study Tool in Elementary English Class. *International Journal for Educational Media and Technology*, 6(1), 4-13.
- Lipson, M., & Wixson, K. (2009). *Assessment and instruction of reading and writing difficulties, An interactive approach*. 4th Edition, Pearson Boston.
- Liu, P. L., Chen, C.J., & Chang, Y.J. (2010). Effects of a computer-assisted concept mapping learning strategy on EFL college students' English reading comprehension. *Computers & Education*, 54 (2), 436-445.
- Mento, A.J., Martinelli, P. and Jones, R.M. (1999). Mind mapping in executive education: applications and outcomes. *Journal of Management Development*, 18(4), 390-416.
- Moore, C., & Lo, L. (2008). Reading comprehension strategy: Rainbow dots. *The Journal of the International Association of Special Education*, 9(1). 124 -127.
- Mueller, A., Johnston, M., Bligh, D. and Wilkinson, J. (2002). Joining mind mapping and care planning to enhance student critical thinking and achieve holistic nursing care. *International Journal of Nursing Terminologies and Classifications*, 13(1), 24-27.

- Murley, D. (2007), "Technology for everyone: mind mapping complex information", *Law Journal Library*, 99 (1), 175-183.
- Murray, Bettina Patterson (2008). *Prior knowledge, two teaching approaches for metacognition: Main idea and summarization strategies in reading*. Unpublished PhD, Fordham University, Proquest database, AAT 3302116.
- Nong, B., Pham, T., & Tran, T. (2009). *Integrate the digital mind-mapping into teaching and learning psychology*. Teacher Training Component – ICT. Vietnam
- Noronha-Nimmo, Alda (2008). *Effectiveness of skills- versus metacognitive strategy-based approaches on reading comprehension of college developmental students*. Unpublished EdD, Florida International University, Proquest database, AAT 3319014.
- Ortlieb, E. (2013). Using Anticipatory Reading Guides to Improve Elementary Students' Comprehension. *International Journal of Instruction*, 6 (2), 145 -162.
- Oxford, R. (1990). *Language learning strategies: What every teacher should know*. New York: Newbury House Publishers.
- Peng, S. (2011). *The effect of combining mind map and electronic picture-books on fourth-graders' reading comprehension ability and reading motivation*. (Master's thesis). Taiwan: National Pingtung University of Education.
- Sadeghi, K. & Langhroudy, A. (2012). General and Specific Cognitive/Metacognitive Reading Strategies Used by Field-Dependent/Independent Iranian EFL Learners. *Dil ve Edebiyat Egitimi Dergisi*, 1 (3), 17-35.
- Siriphanich, P. & Laohawiriyanon, C. (2010). Using Mind Mapping Technique to Improve Reading Comprehension Ability of Thai EFL University Students. *A paper presented in the 2nd International Conference on Humanities and Social Sciences April 10th, 2010 Faculty of Liberal Arts, Prince of Songkla University strategic teaching*. Retrieved May 29, 2014 from <http://fs.libarts.psu.ac.th/research/conference/Proceedings2/article/4pdf/001.pdf>
- Stankovic, N., Besic, C., Papic, M., & Aleksic, V. (2011). The evaluation of using mind maps in teaching. *Technics Technologies Education Management*, 6 (2), 337-343.
- Tapinta, Pataraporn (2006). *Exploring Thai EFL university students' awareness of their knowledge, use, and control of strategies in reading and writing*. University of North Texas, Unpublished PhD, University of North Texas, Proquest, AAT 3254227.
- Tucker, J. M., Armstrong, G. R., & Massad, V. J. (2010). Profiling the mind map user: A descriptive appraisal. *Journal of Instructional Pedagogies*, 2(4), 1-13.
- Vandergrift, L. (2003). Orchestrating strategy use: Towards a model of the skilled L2 listener, *Language Learning*, 53: 461–94
- Wenden, A. (2002). Learner development in language learning. *Applied Linguistics*, 23: 32–55.
- Whittington, M. (2012). *Motivating adolescent readers: A middle school reading fluency and prosody intervention*. Trevecca Nazarene University, ProQuest, UMI Dissertations Publishing.
- Willis, C.L. and Miertschin, S.L. (2006). Mind maps as active learning tools. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 21(4), 266-272.
- Zeki, S. (1993). *A Vision of the brain*. London. Oxford Blackwell Scientific Publication.

EL MAPA CONCEPTUAL COMO MEDIO DE EQUILIBRACIÓN MAYORANTE O MAXIMIZADOR

(THE CONCEPT MAP AS A MEANS OF MAJOR BALANCING OR MAXIMIZING)

Filiberto Romo Aguilar
UNAM, México
Email: moartofi@hotmail.com

Abstract. Historical approach to the concept map based on the different theories of learning, emphasizing Piaget's theory of cognitive learning through the role of the wholesale equilibrium as an internal mechanism that is reflected in the use of advance organizers and Novak's concept map.

Resumen. Acercamiento histórico al mapa conceptual a partir de las diferentes teorías del aprendizaje, poniendo énfasis en la teoría del aprendizaje cognitivista de Piaget a través del papel de la equilibración mayorante como mecanismo interno que se refleja a través de los de los organizadores previos y el mapa conceptual de Novak.

Keywords: concept mapping, cognitive learning, equilibrium, advance organizers

1 Introducción

En mi participación durante las tres Conferencias previas sobre el Mapa Conceptual en las que he participado enfoqué mi investigación en los usos y efectividad del Mapa Conceptual para el proceso de enseñanza y aprendizaje en diferentes universos de estudio llegando a la conclusión de que la aplicación del mapa conceptual sin duda es una herramienta de aprendizaje que ayuda en la mejora del conocimiento de diferentes tipos de temas, en un tiempo cada vez menor y con diferentes tipos de personas que poseen conocimientos previos muy dispares. Así que en esta ocasión me aventuré a investigar, aunando mi carrera de historiador y mi experiencia docente de veintitrés años, cuál sería el motivo por el cual el mapa conceptual puede llegar a ser tan efectivo para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mi búsqueda empezó por las diferentes Teorías del Aprendizaje que se han venido formulando desde el siglo XIX hasta los años setenta.

Es importante aclarar que mi área profesional no es propiamente la Psicología ni la Pedagogía, sino la Historia y por ende mi relación con ambas ciencias ha sido reelaborada a través del campo de estudio que corresponde a la Didáctica de la Historia a través del Mapa Conceptual. De modo tal que mis resultados, por supuesto, estarán atenuados, por esa limitante teórica.

2 Objetivos

El objetivo de esta investigación se volvió en descubrir como docente de Historia a qué podía deberse esta alta efectividad del mapa conceptual en el aula y además en tan diferentes condiciones tanto de alumnos como de docentes que lo usan.

Partiendo de ese objetivo me tomé a la tarea de investigar las diferentes Teorías del Aprendizaje para que me pudieran dar razón intrínseca del motivo de esta efectividad. Por supuesto, ya antes, dentro del marco de la Didáctica de la Historia había utilizado como referenciales las obras de Novak, Ausubel, Moreira y Gowin para dar una explicación, pero lo que en esta ocasión me interesaba era hacer una aproximación desde otro campo de la psicología educativa a un mismo fenómeno y observar que resultados obtenía.

3 Referencial Teórico

En esta ocasión el trabajo no se fundamentó en determinar las conexiones que existían entre lo que se enseña (docente) y lo que el alumno ya conoce (discente) (Novak & Gowin, 1984), dado que el trabajo no giró propiamente en una investigación de campo, sino teórica. Sin embargo, al ser una investigación teórica sobre el mismo mapa conceptual (autorreferente) eso no prescribe el hecho de que el autor para abordar el tema poseía ya

conocimientos subordinados previos que le daban ciertas razones de a qué se debía la efectividad del mapa conceptual, basado en los conocimientos superordenados y combinatorios que ya había manejado previamente (Ausubel, 21960). No obstante, el marco de referencia teórico cambió substancialmente, pues se introdujo como nuevo elemento en la explicación el referencial teórico de las Teorías del Aprendizaje estudiadas.

De esta forma como nuevo referencial teórico estuvieron ahora George Kelly y su psicología de los constructos personales (Kelly, 1955) y las distintas obras de Piaget relacionadas a su teoría de la Equilibración Mayorante o Maximizadora, siendo la principal *L'équilibration des structures cognitives* (Piaget, 1978).

Bajo este “nuevo” (al menos nuevo para el autor del presente artículo) marco de referencia teórico se procedió a investigar el cómo podría funcionar el mapa conceptual bajo una Teoría del Aprendizaje de tipo sobre todo Cognitivo-Constructivista de Piaget.

4 Metodología o Procedimiento

Como ya se ha mencionado, se procedió a la investigación de la Historia de las diferentes corrientes explicativas de las Teorías del Aprendizaje, así como al estudio de sus diferentes puntos de vista. Se hizo una línea del tiempo para comprender mayormente las sincronías y diacronías del fenómeno (Sobre todo porque el autor del presente texto se dedica profesionalmente al estudio de la Historia). Se leyó a cada uno de los principales autores relacionados al tema y en base a eso, se encontró que el modelo explicativo de la Teoría del Aprendizaje de Piaget podía ser un referente que diera razón del porqué el mapa conceptual sirve para mejorar el aprendizaje y la comprensión de diversos temas.

4.1 Corrientes Teóricas Explicativas

En 1897 a través de la obra *My Pedagogic Creed (Mi Credo Pedagógico)* John Dewey [Nacido en Burlington, Vermont, 20 de octubre de 1859- Falleció en Nueva York, 1 de junio de 1952. (Dewey, 1997)] fundó el Progresivismo Pedagógico, también llamado Escuela Nueva, que básicamente consistía en crear una educación más democrática, menos vertical y más horizontal, que evitara por tanto el autoritarismo de boga entre los docentes en las instituciones educativas. Las propuestas de Dewey, tratadas en su obra, se desarrollaron durante veinte años, hasta madurar en otra obra concretamente llamada *Democracy and Education (Democracia y Educación)* que tuvo que enfrentarse durante los siguientes quince años a la otra Teoría del Aprendizaje en boga en esa misma época desarrollada por John Broadus Watson [Nacido en Greenville, 9 de enero de 1878 en Nueva York, falleció el 25 de septiembre de 1958. (Watson & Rayner (1920))], es decir, el Conductismo Educativo.

Un elemento fundamental del Progresivismo Educativo fue, desde sus orígenes, poner el acento en nuevas metodologías de aprendizaje, así como en nuevos enfoques de la forma de estudiar. En ese sentido, el Progresivismo educativo es antecesor a muchas de las herramientas y estrategias didácticas que hoy día se utilizan. Contrario al Conductismo, que desarrolló métodos tradicionales de enseñanza que no permitían cuestionamientos, pues estaban basados en buena medida en resultados producto del acierto y el error, con la finalidad de inculcar actitudes específicas y por ende generar justamente conductas precisas y esperadas. La Escuela Nueva innovó en cuanto a los métodos de enseñanza se refiere principalmente, así como en los enfoques que podrían tener los alumnos cuyas actitudes no estuvieran pre-inculcadas o “condicionadas”. El Conductismo, justo en esos años (sobre todo a partir de los años veinte), sirvió como teoría pedagógica para adoctrinar e inculcar propaganda política en los estudiantes. Los gobiernos europeos en general siguieron las teorías conductistas de Edward Thorndike y su *Animal Intelligence* (Thorndike, 1911) y en cambio se ignoró así mismo una nueva propuesta que aparecía en el horizonte con el nombre de *Myshlenie i rech (Pensamiento y Lenguaje)*, 1934 de un bielorruso Lev Vygotsky. No sería sino hasta entrados los años cincuenta que la gran tendencia Conductista se vería retada firmemente por una nueva Teoría del Aprendizaje llamada Cognitivismo. No obstante, durante esa misma época, la propuesta de Vygotsky iría tomando nuevamente forma a través de una obra llamada *The Psychology of Personal Constructs (Psicología de los Constructos Personales)* obra de George A. Kelly [Nacido el 28 de abril de 1905, Kansas, Estados Unidos- Fallecido en Massachusetts, 6 de marzo de 1967. (Kelly & Maher, 2001)] que de manera independiente retomando las mismas bases constructivistas de Vygotsky precedió los Esquemas o Scripts que se desarrollarían en la futura psicología constructivista.

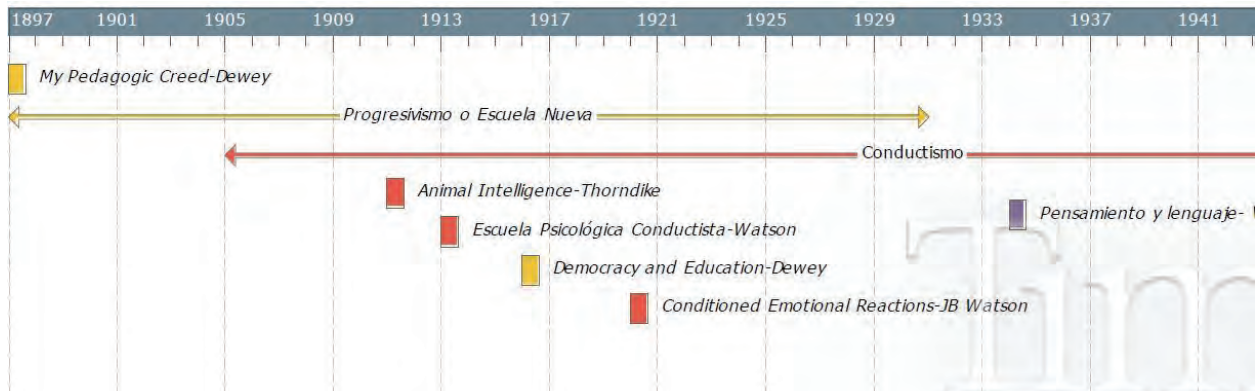


Figura 1. Línea del Tiempo elaborada por el autor (con Time Line Maker Trial Version).

Sin embargo, los años cincuenta darían paso primero a la Psicología Cognitiva o Cognitivismo. En donde el papel más relevante le tocó al suizo Jean Piaget [Nació en Neuchâtel, 9 de agosto de 1896- Falleció en Ginebra, 16 de septiembre de 1980] que elaboró un sistema teórico completo que no solo explica el proceso de enseñanza y aprendizaje, sino que hace énfasis entre la “homeostasis” o equilibrio cognitivo entre la maduración (nature) y la experiencia social y física (nurture).

Es dentro del periodo del cognitivismo y de sus marcos de equilibrio cognitivo que en la década de los sesenta surgen los organizadores gráficos que sirven para hacer lo que Piaget denominaría “equilibraciones mayorantes” o maximizadoras (Piaget, 1975; p. 46 de la trad. Cast). Esto es, en el marco de la Teoría del Aprendizaje de Piaget, el proceso autorregulador que permite que la configuración del desarrollo cognitivo no solo restituya o compense el estado de desarrollo cognitivo previo, sino que incluso permita un equilibrio mejor que el anterior y por tanto pueda haber progreso en el desarrollo intelectual.

De esta manera los constructos personales pueden anticipar y compensar futuros aprendizajes. De ahí la importancia del uso de organizadores previos, sobre todo de tipo gráfico-semántico. Que fueron investigados por Ausubel en 1960 a través de su artículo *The use of advance organizers (El uso de organizadores previos)* (Ausubel, 1960); en el texto, Ausubel hipotetizó que el aprendizaje y la retención de material verbal no familiar pero significativo podía ser facilitado por la introducción previa de conceptos subsumidores relevantes. De esa manera experiencias externas son incorporadas a las estructuras internas (schemata) a través de un proceso auto-regulatorio. Combinando las teorías de Piaget y las de Ausubel. Gracias a la abstracción reflexiva, que es una regulación de regulaciones se obtienen nuevos estadios de desarrollo cognitivo.

Las equilibraciones mayorantes no son estados, sino procesos, pues cada que se llega a ellas no suponen cierres finales de tipo estático, sino, por el contrario, implican equilibrios más estables en tanto que son más móviles y por tanto incluso reversibles (“*La teoría de la equilibración. Un modelo explicativo del desarrollo cognitivo*”, Lic. Diana Fernández Zalazar, s/f.).

De esta manera el aprendizaje a través de Organizadores Previos puede cumplir la condición siguiente:

“...el progreso de los conocimientos no se debe a una programación hereditaria innata, ni a una acumulación de experiencias empíricas, sino que es el resultado de una autorregulación, a la que podemos llamar equilibración”.
(Piaget, Inhelder, García & Voneche, 1981)

Por el otro lado como desarrollo de la creación de los Organizadores Previos apareció el Mapa Conceptual, que fue estudiado más a fondo por Joseph Donald Novak desarrollando su teoría del mapa conceptual sobre todo en su obra *Learning How to Learn* (Novak & Gowin, 1984).

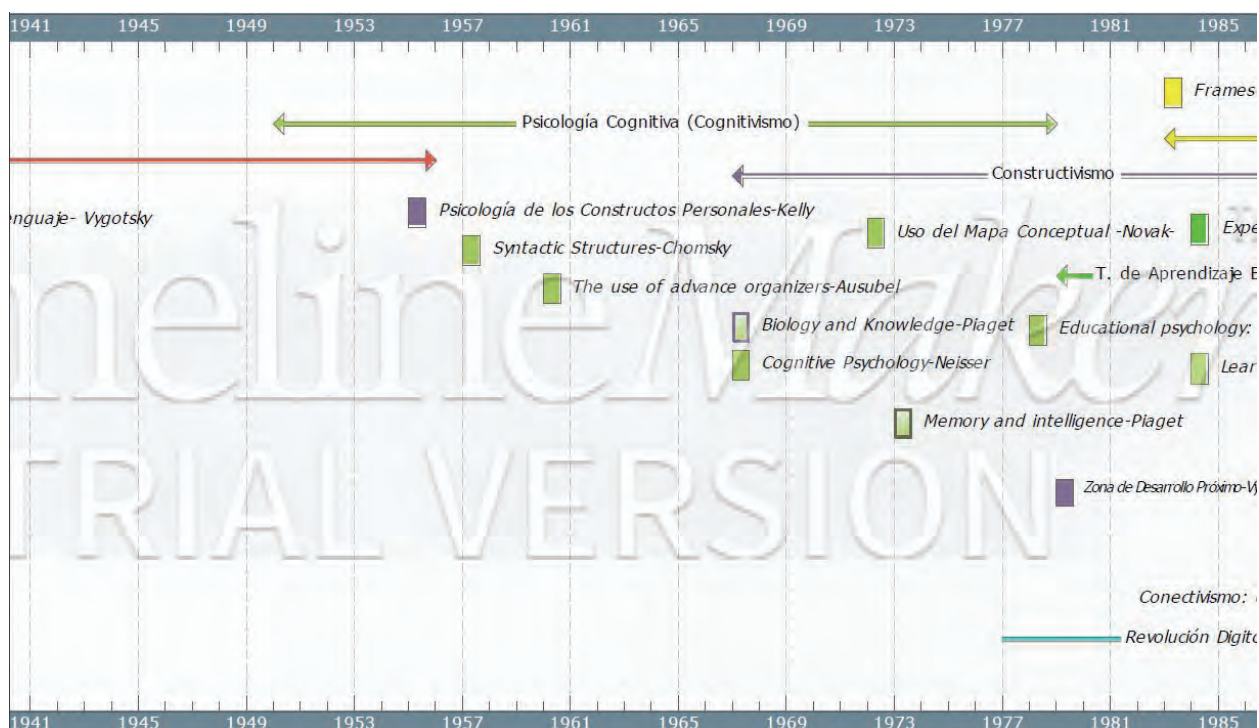


Figura 2. Línea del Tiempo elaborada por el autor (2ª Parte).

4.1 Explicación del Mapa Conceptual en el marco de referencia de la Teoría de las Equilibraciones de Piaget.

El proceso de la abstracción reflexiva o regulación de regulaciones es un proceso que implica en el momento de realizarse (y en este caso tanto el docente como el discente en sus respectivos momentos tendrán que elaborar sus propios mapas conceptuales) no solo la reflexión en sí, sino el producto de esa reflexión. Por ejemplo, el autor deberá seleccionar, ordenar, agrupar, representar, conectar y reflexionar sobre los conceptos que utilizará en el mapa conceptual.

De acuerdo al modelo de Piaget tres son las formas de interacción del sistema o ciclo cognitivo la primera es aquella que hay entre el sujeto (El sujeto corresponde a las Schemata o Estructuras Internas) y el objeto, la segunda la que hay entre los subsistemas de este ciclo y por último la de los subsistemas con la totalidad de la organización. Cabe aclarar que los subsistemas son los instrumentos cognitivos que permiten al sujeto hacer lo que decíamos en el párrafo anterior, esto es, seleccionar, ordenar, agrupar, etc.

De esta forma el sujeto que va a elaborar un mapa conceptual ya posee imágenes simplificadas o representadas que representan un momento dado del schemata o estructura previa al aprendizaje en cuestión (Esta etapa Corresponde a los Constructos Personales de Kelly). A continuación, viene la asimilación, esto es, la integración de la información o conocimientos nuevos. Hasta aquí, estamos en la primera fase de interacción del sistema. Es decir, el sujeto y el conocimiento nuevo entran en acción. El resultado será una reorganización de las estructuras previas y por ende una elaboración o reformulación de estructuras nuevas, a lo que Piaget llama Acomodación. Por tanto, entramos en la segunda forma de interacción, es decir la que relaciona a los subsistemas entre sí. Finalmente, en la última de las interacciones, el individuo se adaptará al entorno de los nuevos subsistemas, produciendo el llamado equilibrio del sistema cognitivo, que es propiamente el aprendizaje adquirido.

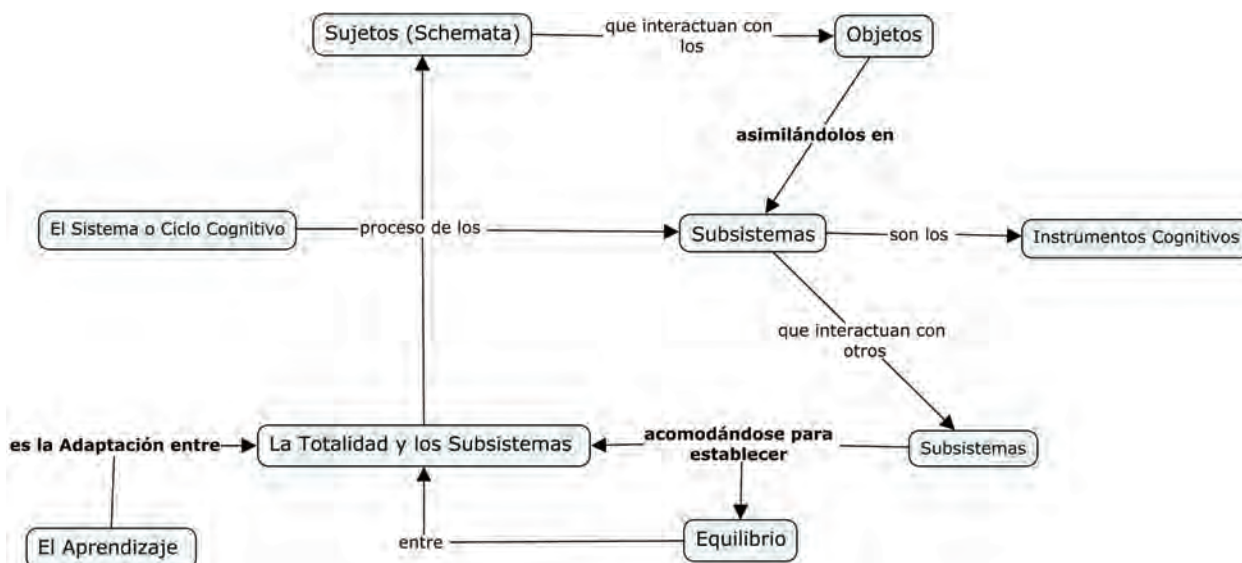


Figura 3. Mapa Conceptual del Ciclo Cognitivo de Piaget (Elaborado por el Autor).

Una vez que se ha dado razón de este primer ciclo cognitivo, entonces se puede proceder al segundo ciclo equivalente al primero pero que ahora es el ciclo cognitivo equilibrante, esto es: primero, la equilibración de la asimilación y la acomodación del primer ciclo, segundo la equilibración de los subsistemas y finalmente la equilibración de la diferenciación y la integración.

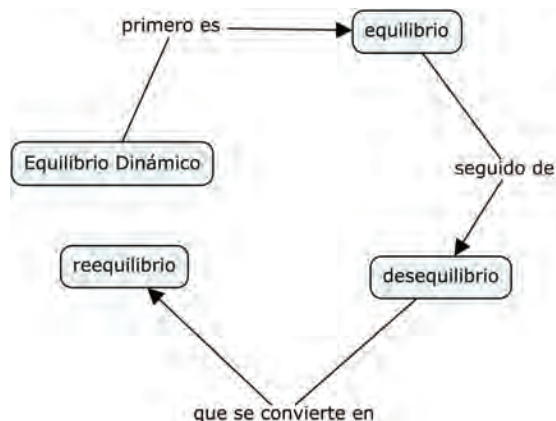


Figura 4. Ciclo del Equilibrio Dinámico (Por el Autor).

Es este tercer aspecto en donde el mapa conceptual entra en escena. Justamente porque intensifica y simplifica el proceso de diferenciación e integración. O, dicho en otras palabras, ayuda a generar una mayor diferenciación y coordinación de lo que se diferencia. De ese modo se va produciendo una ampliación del medio aumentando con ello las capacidades cognitivas del individuo y por tanto su comprensión del entorno. Esto es a lo que Piaget llama descentramiento. Que se da desde las primeras etapas cognitivas sensoriomotoras, pasando por la preoperacionales, concretas y llegando finalmente, según el esquema de Piaget, a las Operaciones Formales, esto es aquellas que ya implican una Lógica Formal y por tanto nos sirven para hacer las llamadas Proposiciones, con las cuales elaboramos el mapa conceptual.

5 Evaluación y Resultados

De esta manera estudiando la Teoría del Aprendizaje de Piaget he podido comprender el enlace biológico-cognitivo que subyace en la elaboración de un mapa conceptual. Fundamentalmente en el hecho de que al aumentar la diferenciación de un esquema cognitivo en otros subesquemas cognitivos permite dar mayor precisión en los encajes operatorios formales con la consecuente asimilación de elementos que aumentan las mejoras en la comprensión a través de subclases elaboradas en el mismo mapa. Esta equilibración de última instancia, producto de la diferenciación, es a la que llama Piaget propiamente: Equilibración Maximizadora o Mayorante.

Así un objeto, tanto concreto como abstracto, que era dejado de lado, por inclasificable, pasa a ser clasificable gracias al mayor ajuste y diferenciación de los esquemas en subesquemas. Que en el caso del mapa conceptual se vuelven visibles a través de los organizadores previos y los organizadores gráficos a posteriori.

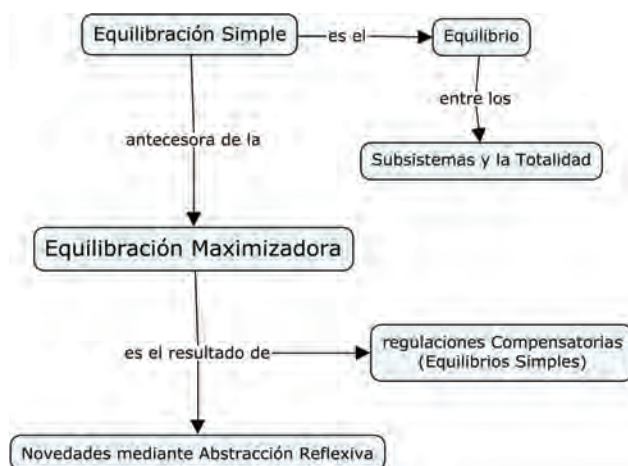


Figura 5. Proceso de la Equilibración Maximizadora o Mayorante (Autor).

6 Consideraciones Finales o Conclusiones

La teoría del aprendizaje de Piaget me ayudó a comprender mucho mejor que la realización del mapa conceptual requiere procesar inductiva o deductivamente una serie de conceptos en la mente, sin embargo, al representarlos en el organizador gráfico que representa el mapa conceptual en sí, se construye un conocimiento que nos lleva a englobar de manera más completa nuestra teoría del aprendizaje.

Para el docente, como es el caso de su servidor, el análisis de la teoría de Piaget muestra que los estudiantes, como cualquier persona, están pre adaptados para aprender, sin embargo, las estructuras cognitivas que poseen tienden a desarrollarse con el paso del tiempo y a través de los procesos de aprendizaje, siendo en este caso un proceso muy enriquecedor, justamente la realización de los organizadores gráficos o previos. Con el uso de los mismos el desarrollo cognitivo que poseen les permite elaborar conceptualizaciones cada vez más abstractas, gracias a las cuales pueden elaborar nuevos y mejores mapas conceptuales.

El mapa conceptual podría incluso llegar a acelerar el desarrollo cognitivo, sin necesidad de esperar a que el estudiante llegue a la etapa de desarrollo correspondiente. Por tanto, el papel del educador es muy importante a la hora de desarrollar las capacidades cognitivas y por eso la imperiosa necesidad del experto en mapas conceptuales de transmitir su conocimiento de los mismos a los demás. Pues si como Vygotsky y otras teorías del aprendizaje socio cognitivo formulan, el aprendizaje podría preceder al desarrollo cognitivo.

En *La psicología de la inteligencia* Piaget (1947) recopiló las clases impartidas en el Collège de France durante el año 1942, resumiendo allí sus investigaciones psicogenéticas de la inteligencia; en tal obra, Piaget postuló que la lógica es la base del pensamiento; y que en consecuencia la inteligencia es un término genérico para designar al

conjunto de operaciones lógicas para las que está capacitado el ser humano, yendo desde la percepción, las operaciones de clasificación, substitución, abstracción, etc., hasta —por lo menos— el cálculo proporcional. Si Piaget tiene razón, en lo que decía y su teoría de la equilibración mayorante es también cierta, entonces podemos estar satisfechos de enseñar y aprender a través del mapa conceptual, pues incrementa, de manera muy probable, las operaciones lógicas y en consecuencia la inteligencia de quien lo elabora.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267.
- Dewey, J. (1997). *Mi Credo Pedagógico*. León: Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.
- Kelly, G. A., & Maher, B. (2001). *Psicología de los Constructos Personales*: Textos escogidos. Barcelona: Paidós.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Piaget J., Inhelder B., García R., Voneche J. (1981). *Epistemología Genética y Equilibración*, Ed. Fundamentos, España.
- Piaget, J. (1971). *Biology and Knowledge: An Essay on the Relations between Organic Regulations and Cognitive Processes*. Edinburgh: University Press.
- Piaget, J. (1947). *La Psicología de la Inteligencia*. Barcelona: Crítica.
- Piaget, J. (1978). *La Equilibración de las Estructuras Cognitivas*. Madrid: Siglo XXI.
- Thorndike, E. L. (1911). *Animal intelligence; experimental studies*. New York: The Macmillan Company.
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). *Conditioned Emotional Reactions*.

EL MAPA CONCEPTUAL COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA COMPRENSIÓN DE LAS CONCEPCIONES DOCENTES

(THE CONCEPT MAP AS A TOOL FOR THE UNDERSTANDING OF TEACHERS CONCEPTIONS)

Isis Nut Villanueva Vargas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México
Email: isis.villanuevav@uaem.edu.mx

Abstract. This work is based on an investigation carried out with Mexican university professors that aimed to detail the conceptions of university professors about teaching. The methodological design contemplated the collection of data through interviews, the ordering and transcription of the material and finally the analysis of the data, through the analytical model of Conceptual Mapping for Qualitative Analysis (MCAC), which allowed the representation of teachers' thinking through the tool of the concept map. Here we present a discussion about the scope of the concept mapping as a strategy for analyzing qualitative data and the representation of conceptions. According to the findings of the research, it was found that the concept map, in addition to functioning as a tool for external representation, allows teachers to establish points of reflection regarding their own conceptions and beliefs about teaching.

Resumen. Este trabajo se desprende de una investigación realizada con profesores universitarios mexicanos que tuvo por objeto pormenorizar las concepciones de los profesores universitarios sobre la enseñanza. El diseño metodológico contempló la recolección de datos a través de entrevistas, el ordenamiento y transcripción del material y finalmente el análisis de los datos, a través del modelo analítico de Mapeo Conceptual para el Análisis Cualitativo (MCAC), mismo que permitió la representación del pensamiento de los profesores a través de la herramienta del mapa conceptual. Aquí se presenta una discusión sobre los alcances del mapa conceptual como estrategia de análisis de datos cualitativos y la representación de concepciones. De acuerdo con los hallazgos de la investigación, se encontró que el mapa conceptual, además de funcionar como una herramienta de representación externa, permite a los docentes establecer puntos de reflexión respecto a sus propias concepciones y creencias en torno a la enseñanza.

Keywords: concept mapping, teacher conception, data analytic tool.

1 Introducción

En sus inicios, el mapa conceptual surgió como herramienta para el análisis de datos recogidos en entrevistas (Aguilar Tamayo, 2012). Su técnica fue concebida por Joseph Novak, con el fin de representar el discurso de los niños que participaban en una investigación, para posteriormente poder realizar un análisis de su estructura cognitiva. La herramienta ideada por Novak y su equipo en 1972 permitía la representación de estas estructuras cognitivas de una manera ordenada y jerárquica a través de una estructura proposicional que establecía las relaciones entre los diferentes conceptos.

Lo que Novak y su equipo descubrieron fue que una transcripción de una entrevista de entre 15 y 20 páginas podía ser representada en un mapa conceptual que abarcaba una página (Novak, 2004) pero lo más interesante es que esta herramienta de representación del conocimiento de los entrevistados respetaba las proposiciones y relaciones expresadas por los participantes y permitía observar la evolución de las personas en su estructura cognitiva.

Debido a sus características, hoy en día, el mapa conceptual ha tenido una gran expansión, sobre todo entre las comunidades educativas, que lo han adaptado como una herramienta facilitadora del aprendizaje y la enseñanza, como estrategia para la planeación curricular. Sus usos se han extendido también en el entorno de la investigación adaptando la herramienta como una técnica de recolección de datos y en el ámbito empresarial como una técnica para la elicitación del conocimiento experto. Sin embargo, creemos que esta herramienta también es útil para la representación de las concepciones, creencias y pensamiento de las personas y que su uso como herramienta metacognitiva puede procurar un espacio reflexivo para la transformación de este pensamiento.

2 Concepciones Docentes

Las concepciones docentes pueden ser entendidas como “*construcciones subjetivas del profesor en torno a su labor docente*” (Villanueva, 2016:49), es decir, a la forma en que el profesor comprende aquello que hace principalmente en el aula y el sentido que les otorga a estas acciones. Este término puede ser equiparable con el de “*pensamiento*

docente” ya que concepto refleja la “*preocupación que se tiene por conocer cuáles son los procesos de razonamiento que ocurren en la mente del profesor durante su actividad profesional*” (Serrano Sánchez, 2010:269). Las concepciones son marcos implícitos que permiten dar orden al pensamiento de las personas, en este caso, al de los profesores. Son parte de la herencia cultural, legado de la actividad social del sujeto y derivan de la experiencia. En este sentido, las concepciones permiten al docente generar una serie de representaciones o ideas acerca de cómo debe ser su práctica educativa. Se trata entonces de la construcción de conocimiento sobre la práctica docente.

De acuerdo con autores como Pozo y otros (2009; 2014) las concepciones docentes suelen proporcionar elementos al profesor para la toma de decisiones, al mismo tiempo que guían su práctica a pesar de que muchas veces el profesor no sea consciente de la existencia de dichas construcciones. Mayoritariamente, las concepciones se activan para resolver problemas que se presentan en la práctica de la docencia como una acción profesional. Para ello la experiencia del profesor juega un papel relevante, pues le dota de una mayor capacidad para la resolución de problemas, retos o demandas presentes en su labor.

Conocer cómo se estructuran las concepciones de los profesores universitarios y cómo afectan en la toma de decisiones y en el desarrollo de su actividad docente puede permitir la detección de necesidades formativas de los maestros universitarios, la generación modelos de capacitación pertinentes, así como la promoción de espacios reflexivos para los docentes.

3 Descripción Metodológica

La primera fase de la investigación consistió en la revisión documental que permitió la cimentación del marco conceptual a través del que se hizo posible la recolección de los datos y su análisis. Esta primera etapa permitió el acercamiento con las producciones académicas en torno al tema que se estudia, así como la identificación de los distintos abordajes de cada uno de los autores consultados y los sesgos que pudieran presentarse en dichas investigaciones. También permitió ubicar las estructuras metodológicas de cada uno de los estudios en torno al tópico de interés.

En segundo lugar, se contempló la selección de los informantes, la determinación de los instrumentos de recolección de datos, así como la elección del lugar para el desarrollo del trabajo de campo. En este mismo espacio se generaron y pilotearon los primeros instrumentos de recolección de datos que incluyeron el guion de entrevistas semiestructuradas y la guía de observación.

Un tercer momento, obedeció a la instrumentación del trabajo de campo, donde se aplicaron entrevistas semi estructuradas, observación en el aula de clase, así como la recopilación de evidencias documentales entre las que destacan programas académicos, trabajos elaborados por estudiantes, presentaciones ocupadas por profesores para el desarrollo de su clase y ejemplos de evaluaciones.

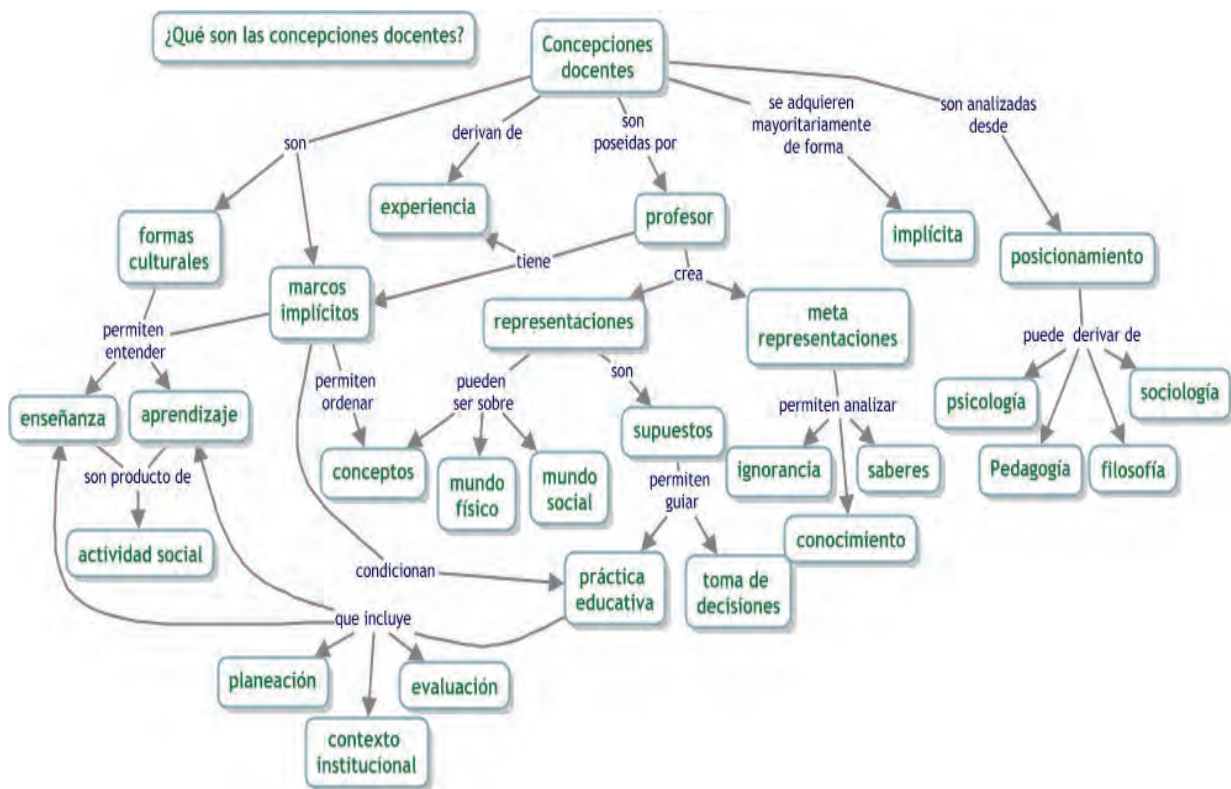
La cuarta y última etapa consistió en la organización de los materiales, su transcripción y catalogación para el posterior análisis de la información que permitió la obtención de conclusiones y hallazgos. Este momento consta de tres etapas principales: 1) la organización y transcripción de los materiales, 2) la generación de una unidad hermenéutica en Atlas Ti para el análisis de las transcripciones a través de la codificación, 3) la construcción de mapas conceptuales a partir de las principales relaciones encontradas en la codificación; para la elaboración de los mapas conceptuales se recurrió al uso del software CmapTools (Cañas *et al.*, 2004) y su versión en línea, Cmap Cloud y 4) Validación de los mapas conceptuales por parte de los informantes y su reestructuración.

3.1 Los Mapas Conceptuales en la Fase Estructuración del Proyecto de Investigación

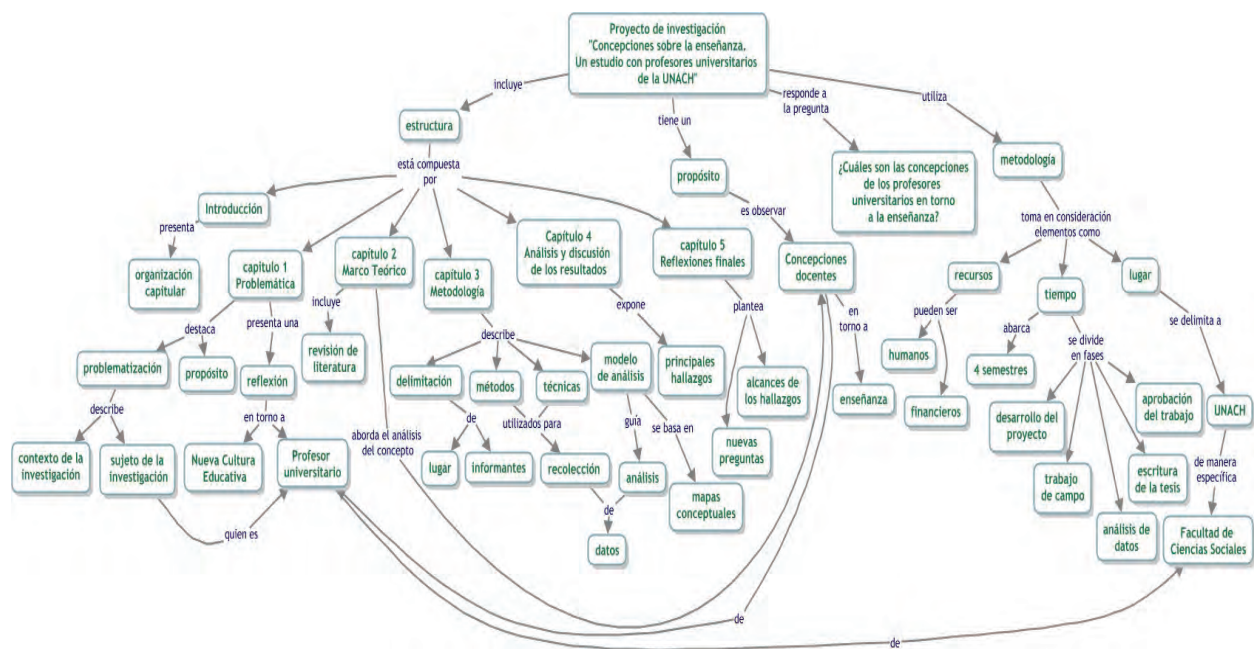
Durante la etapa de preparación de la investigación, que consiste en la articulación del proyecto, la delimitación del marco conceptual y la revisión de literatura en torno al tópico analizado se recurrió a la técnica del mapa conceptual como una herramienta para el análisis de textos y representación de ideas de los autores consultados, pero principalmente se utilizaron como facilitadores en la construcción conceptual que sostienen la investigación.

El proceso de construcción de los mapas conceptuales que permiten la comprensión de la teoría que sustenta esta investigación obedeció a los siguientes momentos:

- Es importante señalar que el análisis y reestructura de los mapas conceptuales resultantes se realizó en conjunto con participantes de seminarios y revisores del proyecto de investigación, quienes planteaban preguntas respecto a la validez de las proposiciones, así como a la estructura de jerarquía mostrada en el mapa. La construcción de estos mapas conceptuales permitió, en una fase más tardía, la detección de elementos de análisis y la discusión de los datos respecto a la teoría. Adicionalmente se realizaron mapas conceptuales en los que se describe la estructura organizativa del proyecto de investigación, así como de la estructura metodológica.



Adicionalmente se realizaron mapas conceptuales en los que se describe la estructura organizativa del proyecto de investigación, así como de la estructura metodológica. Estos mapas fueron modificándose a partir de las reestructuraciones que sufrió el proyecto de investigación, además de que permitía establecer las rutas de acción de acuerdo con la fase de la investigación en la que se encontrara.



Mapa 2. Ejemplo de mapa conceptual que representa la estructura del proyecto de investigación. Disponible para su consulta electrónica en: <https://cmapscloud.ihmc.us:443/rid=1PP066T29-2NCJ5R-1H3549>

Tras la selección de los participantes y la aplicación de los instrumentos de investigación se procedió a seleccionar las entrevistas que formarían parte de la unidad hermenéutica, del total de las 28 entrevistas realizadas se eligieron 5. La reducción se realizó en función del alcance y pertinencia del estudio: se consideró lo siguiente: la consistencia, debido a que en un gran número de entrevistas no se incluyeron las mismas preguntas y la conducción derivó en el análisis de tópicos distintos al del propósito de esta investigación; la homogeneidad en el perfil de los profesores y la duración de la entrevista. Otros factores que inciden en la selección de estos informantes es la fluidez de la entrevista y a que éstas se presentaron en condiciones más adecuadas.

3.2 Análisis de los Datos

Para el análisis de los datos obtenidos en las entrevistas se optó por el procedimiento de “*Mapeo Conceptual para el Análisis Cualitativo*” (MCAC) propuesto por Cuenca Almazán y Montero Hernández (2014). Este modelo de análisis se compone de cinco pasos al que se le ha agregado un último momento que consiste en la validación (Villanueva, 2016) a fin de fortalecer la validez del ejercicio de interpretación de las entrevistas. A continuación, se enuncian los momentos en los que se estructura el MCAC:

1. Codificación
2. Identificación de relaciones
3. Planteamiento de preguntas
4. Mapeo conceptual de las relaciones encontradas
5. Revisión y comparación
6. Validación

De acuerdo con Coffey y Atkinson (2003) “*La codificación puede concebirse como una manera de relacionar nuestros datos con nuestras ideas acerca de ellos*” (pág. 32); Strauss y Corbin (2002) reafirman esta idea cuando mencionan que la codificación abierta es “*el proceso analítico por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones*” (p.110) Esta relación parte de un sistema de clasificación obtenido a partir de la revisión de literatura en contraste con los datos construidos durante el trabajo de campo. La codificación en este sentido ha sido de tipo deductivo, es decir, se parte de un sistema de categorías que serán el eje para analizar los datos.

Ya se ha explicado que en el proceso de enseñanza intervienen dimensiones que entrelazan las tareas del docente como lo son: la evaluación, la organización de contenidos, las actividades de aprendizaje, así como su concepción acerca del estudiante, de los procesos de aprendizaje y de la experiencia como profesor además del valor que le otorga a su actividad docente. Estas dimensiones, representadas a través de los mapas conceptuales contruidos en la etapa de preparación de la investigación, han servido de ejes de análisis de los datos y han permitido la reducción de los mismos.

Una vez establecidos los códigos de análisis pudo iniciarse la de reducción de datos (Coffey & Atkinson, 2003) Durante ese periodo de abstracción de los datos se identificaron dos códigos más. El código “opinión sobre el sistema educativo” que permitió analizar la postura del profesor frente a los modelos educativos que conoce. El código “organización de la clase” fue importante para identificar la secuencia que suelen adoptar los profesores al momento de impartir su cátedra.

El proceso de codificación se realizó con apoyo del programa Atlas Ti: a partir de las entrevistas transcritas se generó una unidad hermenéutica en la que se identificaron los códigos ya citados, el proceso analítico también incluyó la redacción de memos para la anotación de interrogantes, comparaciones o elementos de interés que pudieran ser observados. En las transcripciones de las entrevistas se seleccionaron los fragmentos con contenido significativo, premisas o enunciados que describían el pensamiento del profesor respecto a los conceptos de interés.

3.2.1 El mapa Conceptual en la Integración de los Datos

La fase de integración de los datos se realizó con ayuda de la técnica del mapa conceptual, para ello se utilizaron los códigos y memos generados en Atlas Ti a fin de generar mapas temáticos que describían las concepciones particulares de cada uno de los profesores; y mapas integradores que cumplieron la función de agrupar las concepciones compartidas de los docentes y al mismo tiempo identificar los contrastes o divergencias en su pensamiento.

Tras haber realizado el proceso de codificación y categorización, el siguiente paso en el modelo dictó la identificación de relaciones, entre los conceptos y códigos descritos en el discurso de los profesores, algunas de estas relaciones fueron identificadas desde el momento de la codificación; mientras que otras menos explícitas fueron detectadas en momentos posteriores tras una lectura analítica de mayor cuidado. Durante esta etapa fue posible identificar las regularidades en los discursos de los profesores, éstas incluyen las premisas y proposiciones a partir de las que se plantearon las preguntas de enfoque de los mapas conceptuales temáticos.

Una vez formuladas las preguntas de enfoque, se dio inicio a la construcción de los mapas conceptuales, en ellos se integraron las afirmaciones expresadas por los profesores. En primera instancia se buscaron aquellas ideas declaradas por el profesor que de manera explícita se correspondieran con los conceptos y códigos delimitados y que en muchas ocasiones ya contaban con una estructura proposicional. Posteriormente se rastrearon ideas implícitas en el discurso. Para ser organizadas en un mapa conceptual fueron traducidas a su forma de proposiciones, simplificando la estructura gramatical, pero conservando el significado.

Al concluir esta etapa se contó con 40 mapas conceptuales temáticos, cuyo propósito era el de representar el pensamiento de los profesores de manera individual. Estos mapas corresponden a los códigos de enseñanza, aprendizaje, conocimiento, estudiante, evaluación, planeación y autoconcepción docente y perfil del docente. Una vez generados estos primeros mapas conceptuales, se construyeron mapas conceptuales integradores, cuyo propósito fue describir las concepciones compartidas de los profesores.

Para la construcción de los mapas integradores se utilizó la herramienta de Cmap Tools: “comparar un Cmap” que permite encontrar conceptos o proposiciones semejantes entre dos mapas conceptuales. Esta función del programa permitió ir identificando las regularidades presentes en los mapas temáticos de cada uno de los profesores. Debido a que los docentes no siempre expresaban su pensamiento a través las mismas etiquetas se hizo una segunda comparación, esta vez buscando proposiciones o conceptos expresados con sinónimos o con una estructura inversa.

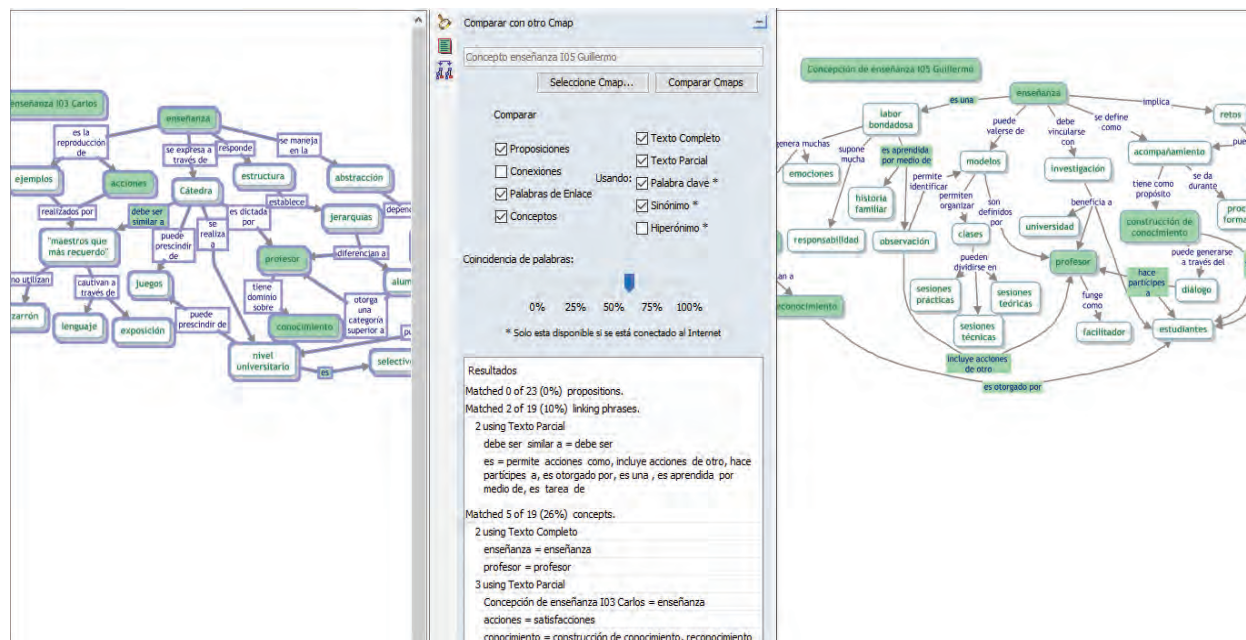


Figura 1. Se presenta un ejemplo de comparación de mapas conceptuales a través de la herramienta “comparar cmap” en él es posible apreciar algunos elementos de coincidencia entre Los profesores Guillermo y Carlos respecto al concepto de Enseñanza.

La construcción de los mapas integradores permitió observar semejanzas contrastes y divergencias entre las concepciones de los participantes. Al finalizar este procedimiento se obtuvieron siete mapas conceptuales. Para los mapas de concepciones compartidas se unificaron términos que evocaban ideas semejantes y que los profesores utilizan de manera indistinta (chavo, joven, estudiante, alumno) sin embargo se debió tener cuidado al momento de abordar conceptos asociados semánticamente en los que el profesor sí llega a hacer una distinción (recursos, artilugios). Ya que a pesar de que se utilizan etiquetas o palabras semejantes, el sentido que cada profesor otorga puede ser cualitativamente distinto.

Veamos el ejemplo entre la concepción de Enseñanza de los profesores Guillermo y Carlos: Aunque la etiqueta de profesor aparece en ambos mapas, es posible apreciar las proposiciones “*Cátedra es dictada por el profesor*” y “*alumno otorga una categoría superior al profesor*” en el mapa de Carlos, en tanto en el mapa de Guillermo pueden distinguirse las proposiciones “*profesor funge como facilitador*” y “*el diálogo hace partícipes a profesor y estudiantes*”. Aunque en ambos casos el concepto en común es el de profesor, es posible apreciar que cada uno de los docentes otorga un significado distinto a esta etiqueta, por un lado, Carlos se encuentra situado en una postura más cercana a los modelos tradicionales, mientras que Guillermo ofrece una visión más abierta y en concordancia con la teoría de la Nueva Cultura Educativa.

Los mapas compartidos son considerablemente menos ricos que los mapas individuales, esto podría deberse al hecho de que a pesar de que en sus mapas los docentes incluyen los mismos conceptos, éstos son utilizados en sentidos distintos y las relaciones que establecen en ellos son diferentes. Tómese como ejemplo los mapas conceptuales de Guillermo y Fernando respecto a la enseñanza. Mientras Fernando conserva una visión más institucional de la enseñanza, su compañero muestra un énfasis en el aspecto emocional. Los dos profesores incluyen los conceptos comunes de: investigación, universidad, reflexión, profesor, estudiantes y clases. Sin embargo, las connotaciones de los conceptos en sus mapas son distintas.

Ambos profesores incluyen el concepto de “*investigación*”, incluso, los dos coinciden con la proposición “*la enseñanza debe estar vinculada a la investigación*” y la asocian con el concepto “*Universidad*”, pero Guillermo lo hace para distinguir que la investigación beneficia a la universidad, mientras que Fernando indica que la universidad no promueve la investigación. Fernando asocia el concepto de profesor con su clasificación, la formación pedagógica que debe recibir y los conocimientos que debe impartir, por otro lado, Guillermo lo retrata como beneficiario de la investigación, sus interacciones con los estudiantes, su trabajo como facilitador y los modelos aprendidos a partir de la observación de otros profesores.

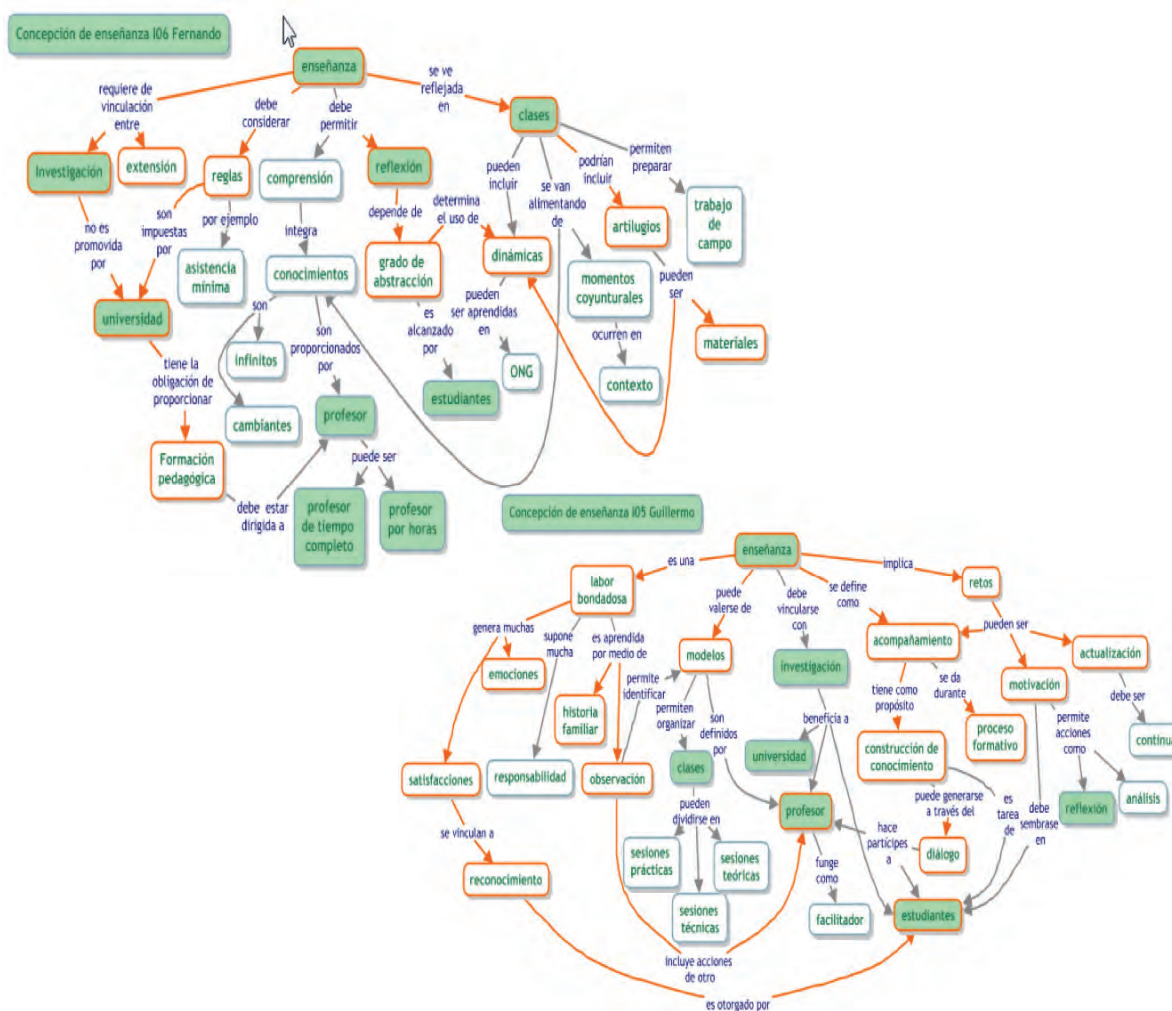


Figura 2. Comparación entre los mapas temáticos de Guillermo y Fernando respecto al concepto de enseñanza. En él es posible observar las coincidencias y divergencias en respecto a los mismos conceptos

3.2.2 Validación de los Mapas Conceptuales

Dado que la investigación tenía como propósito reflejar el significado del concepto de enseñanza desde la visión de los profesores, una de las dimensiones en la metodología implicaba someter los mapas conceptuales temáticos a la valoración por parte de los participantes, quienes ofrecieron una retroalimentación. Esta acción brindó a la investigación de un mayor grado de confiabilidad, pero, lo más importante fue que abrió un espacio reflexivo que permitió a los maestros identificar elementos presentes en su práctica educativa de los que no eran conscientes.

El proceso de elicitación del pensamiento de los docentes supuso la generación de nuevas formas de expresión del profesor, como la integración de nuevos conceptos o bien la generación de ejemplos, que fueron integradas a los mapas conceptuales. Estas expresiones, se presume, son producto de un proceso reflexivo detonado por la

integración del mapa conceptual como herramienta de análisis de las concepciones de los profesores. Este mismo proceso implicó un cambio en la lógica de comunicación entre los participantes y los investigadores. Este hallazgo, se presume de gran valor, en principio porque el mapa conceptual funge como una herramienta de mediación que por un lado, hace visible los elementos que conforman su concepción y por otro, permite entender cómo se estructuran e interactúan cada uno de los conceptos presentes en su pensamiento

Es posible pensar, a partir del proceso analítico anterior, que el ejercicio reflexivo de los docentes puede ser guiado por la interacción entre el profesor y un mediador a través del diálogo y el intercambio y/o construcción de representaciones que permitan evidenciar el pensamiento del docente.

4 Reflexiones Finales

Los mapas conceptuales, además de ser una herramienta que permiten representar las estructuras cognitivas de los sujetos y el conocimiento científico, también constituyen un recurso invaluable en la aproximación a las concepciones de las personas. Las concepciones, al formar parte de los marcos subjetivos de los sujetos tienden a ser menos evidentes y explícitos, pero juegan un papel importante en la toma de decisiones de las personas, tanto en su vida cotidiana como en el ámbito laboral.

La integración de los mapas conceptuales como representación externa del pensamiento puede considerarse como una herramienta de mediación para la comprensión del pensamiento docente y la visualización de regularidades y contradicciones entre las concepciones de los profesores. Suponemos que esta confrontación debería promover el cambio conceptual en el pensamiento del profesor, no obstante, no se cuenta con elementos suficientes para afirmar que existe alguna modificación en el pensamiento a partir del ejercicio reflexivo, aunque esta experiencia abre la posibilidad de preguntarnos cómo se modifican las concepciones de los profesores tras un ejercicio reflexivo de esta naturaleza o de plantear si la construcción de mapas conceptuales puede integrarse a los procesos formativos de los profesores.

La representación visual conceptual ha plasmado de manera casi fiel las concepciones de los docentes, por lo que puede concluirse que el mapa conceptual como técnica de análisis de las entrevistas es una herramienta pertinente, aunque debe considerarse que para ello el investigador debe poseer un buen dominio de la técnica.

Los mapas conceptuales integradores permitieron responder a la pregunta: ¿Cuáles son las concepciones de los profesores universitarios en torno a la enseñanza? Podemos encontrar que, para los profesores este concepto se asocia a la transmisión de conocimientos. El profesor tiene a su cargo esta tarea y generalmente la desempeña a través de la oralidad basado principalmente en la reproducción de prácticas educativas observadas en otros profesores.

Es posible identificar un contraste en el lenguaje cuando el profesor hace referencia a sus concepciones y cuando describe de manera concreta sus prácticas. Estas ambivalencias están presentes de modo generalizado en los mapas conceptuales que, por un lado, reflejan una postura tradicional y por el otro muestran un posicionamiento más cercano a la propuesta de la Nueva Cultura Educativa. Estas distancias pueden estar explicadas por el contacto de los profesores con información que les permite pensar en su tarea a partir de estos enfoques, pero cuya reflexión no ha sido suficiente para producir un cambio conceptual y por lo tanto accionar en el sentido que proponen estas teorías.

Referencias

- Aguilar Tamayo, M. F. (2012). *Didáctica del Mapa Conceptual en la Educación Superior. Experiencias y Aplicaciones para Ayudar al Aprendizaje de Conceptos*. Cuernavaca: Juan Pablos Editor, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Aguilar Tamayo, M. F. (2015). *Mapa Conceptual, Hipertexto, Hipermedia y otros Artefactos Culturales para la Construcción y Comunicación del Conocimiento*. México: Bonilla Artigas Editores, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.),

- Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Coffey, A., & Atkinson, P. (2003). Encontrar el Sentido a los Datos Cualitativos. Antioquía, Colombia: Universidad de Antioquía, Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquía.
- Cuenca Almazán, I., & Montero, H. V. (2014). Procedimiento de Mapeo Conceptual para el Análisis Cualitativo de Datos. En: P. Correia, M. E. I. Malachias, A. J. Cañas & J. C. Novak (Eds), *Concept Mapping to Learn and Innovate*. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Novak, J. D. (2004). A Science Education Research Program that Led to the Development of the Concept Mapping Tool and New Model for Education. En: A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.
- Pozo, J. I., & Monereo, C. (2009). La Nueva Cultura del Aprendizaje Universitario o por qué Cambiar Nuestras Formas de Enseñar y Aprender. En J. I. Pozo, & M. d. Pérez Echeverría, *Psicología del Aprendizaje Universitario: la Formación en Competencias* (págs. 9-28). Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Puy, P. E., & Mateos, M. (2014). Las Teorías Implícitas sobre el Aprendizaje y la Enseñanza. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. d. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & M. de la Cruz, *Nuevas Formas de Pensar la Enseñanza y el Aprendizaje. Las Concepciones de Profesores y Alumnos* (págs. 95-132). Ciudad de México: Editorial Grao/Colofón.
- Serrano Sánchez, R. (2010). Pensamiento del Profesor. Un Acercamiento a las Creencias y Concepciones sobre el Proceso de Enseñanza Aprendizaje en la Educación Superior. *Revista de Educación*, 267-287.
- Strauss & Corbin (2002) Bases de la Investigación Cualitativa: Técnicas y Procedimientos para Desarrollar la Teoría Fundamentada. Universidad de Antioquia
- Villanueva, I. N. (2016). *Concepciones sobre la Enseñanza. Un Estudio con Profesores Universitarios de la UNACH*. Tesis de Maestría. Cuernavaca: Universidad Autónoma del estado de Morelos.
- Villanueva, I. N. (2016). *Aportación Metodológica al Modelo MCAC para el Análisis Cualitativo Mediante Mapas Conceptuales*. En: A. J. Cañas, J. D. Novak & Priit R. (Eds.), *Inovating with concept mapping: Proceedings of the Seventh International Conference on Concept Mapping* (Vol. II, pp. 11-19) Tallin, Estonia.

EVALUACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES A PARTIR DE UNA DOBLE RÚBRICA

(ASSESSMENT OF CONCEPT MAPS USING A DOUBLE RUBRIC)

Ernest Prats & Jesús Salinas
Universitat de les Illes Balears, España
Email: ernest.prats@uib.es, jesus.salinas@uib.es

Abstract. This paper presents the results of a research whose purpose is the development of a new instrument for the evaluation of concept maps. This instrument is the result of previous research and is based on a double rubric. The first one includes the topological items, that is, those that affect the concept map format. The second focuses on the content of concept maps and gathers semantic items. For each of the elements of the two rubrics a weighting value is established, which consider the importance thereof. The instruments have been applied to a group of 24 teachers from the different areas of compulsory education. The results are considered satisfactory, and the instrument would be transferable to other cases than the one presented.

Resumen. En la presente comunicación se presentan los resultados de una investigación que tiene como finalidad la creación de un nuevo instrumento para la evaluación de mapas conceptuales. Este instrumento, resultado de investigaciones anteriores, se basa en un formado de doble rúbrica. La primera de ellas recoge los ítems topológicos, es decir, aquellos que afectan al formato del mapa conceptual. La segunda se centra en el contenido de los mapas conceptuales, y reúne los ítems semánticos. Para cada uno de los elementos de las dos rúbricas se establece un valor de ponderación, que tengan en cuenta la importancia de este. Se han aplicado los instrumentos a un grupo de 24 docentes de los diferentes ámbitos de la educación obligatoria. Los resultados se consideran satisfactorios, y el instrumento sería válido para otros casos distintos del presentado.

Keywords: concept mapping; assessment; rubric

1 Introducción

La evaluación de mapas conceptuales (MC) es un tema que ha tenido una gran cantidad de aportaciones a lo largo de los años. En una de las primeras publicaciones que hace referencia a MC ya se mostraba un primer instrumento de evaluación (Novak & Gowin, 1988, pp. 53–57). Des entonces, han sido muchos autores que han tratado el tema. Destacaremos algunos de ellos, siendo conscientes que no podemos ser objetivos por falta de espacio. Ya hicimos, hace un tiempo, una comparación de algunos de ellos (Prats, 2016).

Diferentes expertos del IHMC hicieron un estudio donde se recogían diferentes modelos de evaluación (Coffey *et al.*, 2003). Norma Miller creó un doble modelo de evaluación, en el cual nos hemos basado para el nuestro (Cañas *et al.*, 2006; Miller & Cañas, 2008; Miller, 2008). Una de las principales aportaciones de los instrumentos propuestos por Miller es la diferenciación entre un análisis topológico de los MC (que afecta a la estructura de este) y un análisis semántico (que afecta los contenidos del MC). Con posterioridad, se hizo un estudio centrado en los MC basados en tareas (Strautmane, 2012). Una de las aportaciones más interesantes del referido estudio es el desglose de los elementos a evaluar en un MC.

A pesar de que hemos analizado algunas herramientas para la evaluación automatizada de MC, como por ejemplo CmapAnalisis (Cañas, Bunch, Novak, & Reiska, 2013; Cañas, Bunch, & Reiska, 2010) no las hemos considerado útiles para nuestro estudio, pues los MC en los que se basa nuestra investigación presentan una gran variedad de temas y contenidos. Además, una herramienta de este tipo permite el análisis de los aspectos topológicos, pero no de los semánticos.

2 Objetivos

Cuando iniciamos nuestras investigaciones sobre la evaluación de los MC (Prats, 2013), partimos de una serie de objetivos, que hemos ido concretando a lo largo de los años. Veamos cuales se han conseguido y aquellos que todavía están pendientes de resolver.

1. Para poder crear un instrumento de evaluación, es necesario conocer los ya existentes. En nuestras publicaciones de los últimos años, creemos que lo hemos conseguido.
2. A partir de la información recopilada, crear un nuevo instrumento de evaluación. En esta comunicación presentamos los primeros resultados del nuevo instrumento elaborado. Se presenta en las tablas 1 y 2, y será comentado con detalle.
3. Aplicar el instrumento a una muestra reducida y si es válido, a un grupo mayor.
4. Después de comprobar la validez de este, pasaremos a la difusión de los resultados obtenidos.

3 Metodología

Para la elaboración de nuestro instrumento, decidimos partir de los diferentes elementos que forman un MC (Coffey *et al.*, 2003, pp. 5–7).

De manera simultánea se hizo una clasificación de los ítems según se sean aspectos topológicos (afectan al aspecto del MC) o semánticos (que afectan a sus contenidos). Queremos hacer notar que algunos ítems pueden pertenecer a ambas categorías (Cañas *et al.*, 2006; Miller & Cañas, 2008; Miller, 2008).

En una versión inicial del instrumento, todos los ítems formaban parte de una sola rúbrica. En las primeras aplicaciones que se hicieron, se comprobó que era compleja su aplicación, dada la gran cantidad de ítems, y no permitía diferenciar MC que, si bien eran válidos desde un punto de vista topológico, no lo eran desde el punto de vista semántico. Por ello, en la versión final existe una doble rúbrica: la primera recoge aspectos topológicos y la segunda aspectos semánticos.

4 El Instrumento de Evaluación

Además de clasificar los ítems del instrumento de evaluación según si son topológicos o semánticos, tal como puede verse en el apartado anterior, optamos por analizarlos según el ámbito del MC al que afectaban. Se indican entre paréntesis la referencia bibliográfica de la que se ha extraído el ítem y, a continuación, si son topológicos (T) o semánticos (S), con un número que es el que corresponde a cada ítem en los instrumentos recogidos en las tablas 1 y 2.

4.1 Referidos al Conjunto del Mapa Conceptual

a) **Pregunta de enfoque** (Cañas & Novak, 2012) (S01)

Se ha señalado por parte de diferentes autores la importancia que tiene la pregunta de enfoque (*focus question*) en el MC. Muchos de ellos carecen de este elemento, o bien la pregunta está mal planteada. En caso de que esté presente, debe analizarse si el mapa conceptual responde, en parte o totalmente, a la pregunta de enfoque.

b) Nivel de **ramificación** (Miller, 2008) (Strautmane, 2012) (T04)

Se considera que existen ramificación cuando “de un nodo, concepto o frase de enlace, salen 2 o más líneas de conexión” (Cañas *et al.*, 2006). Se establecen diferentes categorías según el número de ramificaciones existentes.

c) Nivel de **profundidad** (Novak & Gowin, 1988) (T05)

El nivel de profundidad recoge el número de niveles que tiene el MC, empezando a contar a partir de aquellos que tienen su origen en el concepto principal.

d) **Estructura jerárquica** (Prats & Ferrer, 2012, 2014) (T06)

Los MC deben tener una estructura jerárquica clara, empezando por la parte superior y sus elementos deben estar bien organizados. Al mismo tiempo, la estructura jerárquica debe facilitar la comprensión del MC.

e) **Enlaces cruzados** (Cañas & Novak, 2012) (T08)

Se considera como tales a “aquellos que se dan entre conceptos de diferentes partes del mapa conceptual. Esto nos muestra que un determinado concepto que forma parte de una parte del un mapa conceptual está directamente relacionado con otro de un fragmento distinto del mismo.” (Prats, 2013, p. 56)

f) **Convergencia con el mapa de experto** (Strautmane, 2012) (Novak & Gowin, 1988) (S07)

El mapa de experto hace referencia a un mapa modelo, creado por un experto. Se trata de comprobar el número de diferencias existentes en MC del experto y el MC que se está evaluando.

4.2 Referidos a las Proposiciones

a) Número de **proposiciones** (Strautmane, 2012) (T03)

Ya en el primer instrumento de evaluación de MC (Novak & Gowin, 1988) se proponía el número de proposiciones como uno de los elementos a analizar. Se trata de categorizar este ítem en base al número de proposiciones.

b) La **proposición** como unidad de significado (Novak & Gowin, 1988; Miller, 2008) (S05)

Si en el ítem anterior se analizan en número de proposiciones, aquí se pretende enumerar aquellas que sean válidas y significativas.

4.3 Referidos a los Conceptos

a) **Concepto principal** (Cañas & Novak, 2006) (S02)

El concepto principal, es, junto a la pregunta de enfoque, uno de los elementos que marcan el contenido del MC. Con este ítem se pretende evaluar la relación que tienen todos los conceptos con el principal, valorando también la claridad de éste.

b) Tipología de los **conceptos** (T01) (Miller, 2008)

En este caso, se trata de diferenciar los conceptos propiamente dicho de aquellos que presentan estructuras complejas, y quedan, por tanto, fuera de la definición de concepto (Cañas *et al.*, 2006).

c) Complejidad de los **conceptos** (Miller, 2008) (S03)

Cuando hablamos de la complejidad de los conceptos nos referimos a la relevancia de estos y a su relación con el concepto principal.

4.4 Referidos a las Frases de Enlace

Preferimos utilizar el término *frase de enlace* en lugar del de *palabra de enlace*. Ha existido una cierta confusión entre los dos términos, y así nos podemos encontrar con mapas conceptuales en los que las frases de enlace no son significativas, o aportan poco al conjunto del MC. Quizás las frases de enlace más utilizadas sean “es” o “son”.

a) Existencia de **frases de enlace** (T02) (Miller, 2008)

A veces, existen la creencia errónea de pensar que la frase de enlace puede obviarse, es decir, intentar construir proposiciones formadas únicamente por dos conceptos. En este ítem se evalúa si existen proposiciones mal construidas por la falta de frases de enlace.

b) Calidad de las **frases de enlace** (Prats & Ferrer, 2012, 2014) (S04)

En relación con lo dicho al principio del presente apartado, se intenta valorar con este ítem el uso de frases de enlace que estén formadas por más de una palabra y den sentido a la proposición.

4.5 Referidos a otros Elementos del Mapa Conceptual

a) Existencia de **ejemplos** (Novak & Gowin, 1988) (T7)

Este criterio pretende valorar la existencia de ejemplos en la parte inferior del MC. Los ejemplos son el único elemento (además de las frases de enlace), que no llevan ninguna forma a su alrededor. Ya figuraba en el modelo de instrumento de evaluación propuesto por Novak y Gowin.

b) Validez de los **ejemplos** (Elaboración propia) (S08)

Si en el criterio anterior se evaluaba el número de ejemplos, en éste se trata de analizar si los ejemplos que se proponen son válidos o no.

c) Existencia de **recursos** (que no sean otros mapas conceptuales) (Prats & Ferrer, 2012, 2014) (T09)

Con el programa CmapTools (Cañas *et al.*, 2004), existe la posibilidad de añadir recursos de diferentes tipos (texto, sonido, imagen, vídeo...). Con este criterio evaluamos si el mapa tiene recursos añadidos.

d) Calidad de los **recursos** (Elaboración propia) (S09)

Pretendemos evaluar, con este ítem, si los recursos que incorpora el MC son variados (texto, sonido, imagen, vídeo...), y además de calidad. Uno de los recursos más utilizados son los enlaces a la Wikipedia, llegando a ser mayoritario en el caso de algunos MC.

e) Enlace con **otros mapas conceptuales** (Coffey *et al.*, 2003) (T10)

El enlace con otros MC (con CmapTools) permite evitar que estos tengan unas dimensiones que dificultan su manejo. Se valora desde el simple enlace con otros MC hasta la creación de verdaderos **modelos de conocimiento**.

f) Calidad de los **mapas conceptuales enlazados** (Coffey *et al.*, 2003) (S10)

Complementario del ítem anterior, en este caso concreto se evalúa la calidad de los MC en base a dos criterios: si los MC enlazados son significativos respecto al mapa principal y si forman un **modelo de conocimiento**.

4.6 El Instrumento en su Conjunto

Tipo: *B: Básico. Debe evaluarse S: Secundario: No se considera imprescindible*

Indicadores: *se señala entre paréntesis la referencia bibliográfica y si son Topológicos (T) o Semánticos (S)*

Peso: *valor multiplicador para cada uno de los ítems de la rúbrica, según su importancia.*

Se presenta a continuación (Tablas 1 y 2), el instrumento completo. Presenta las siguientes características:

- Está formado por dos sub-instrumentos distintos: uno que recoge los aspectos topológicos (tabla 1) y otro que recoge los semánticos (tabla 2). Si bien es aconsejable la aplicación simultánea de los dos instrumentos, existe la posibilidad de utilizar sólo uno de ellos.
- En la columna *Tipo*, se establecen dos valores: básico (B), es decir, debería evaluarse de forma obligatoria y (S), que no se considera imprescindible. Este criterio puede variarse libremente por parte del aplicador, y es, simplemente, una orientación.
- En la columna *Criterios de evaluación (indicadores)* figura el enunciado de cada uno de los ítems (o criterios) de las dos rúbricas. Entre paréntesis figura el tipo de criterio (que acabamos de ver) y un número que corresponde al orden de este en las rúbricas. Figuran también las referencias bibliográficas utilizadas para el referido criterio. Téngase en cuenta que un mismo criterio puede aparecer en diferentes referencias. Para no sobrecargar las tablas ni el contenido de esta comunicación, se ha evitado una citación masiva de fuentes. Algunas de ellas ya se han recogido en la explicación que hemos hecho de los criterios.
- Las cuatro siguientes columnas reúnen los criterios de evaluación concreto de cada ítem, desde Muy bien (3) hasta Mal (0). Los criterios pueden ser modificados por el aplicador, en base a las características del grupo que estén evaluando.
- La última columna, *Peso*, incluye el valor de ponderación de cada uno de los criterios de las dos rúbricas. Con él se trata de potenciar el peso de aquellos ítems que se consideran más importantes.

<i>Tipo</i>	Criterios de evaluación (indicadores)	Muy bien (3)	Bien (2)	Regular (1)	Mal (0)	Peso
<i>B</i>	Tipología de los conceptos (T01) (Miller, 2008)	Sólo hay conceptos.	Predominan los conceptos.	Predominan las estructuras más complejas que el propio concepto	Sólo hay estructuras más complejas que el propio concepto.	10
<i>B</i>	Existencia de frases de enlace (T02) (Miller, 2008)	No faltan frases de enlace.	Faltan algunas frases de enlace.	Faltan muchas frases de enlace.	No hay frases de enlace.	10
<i>B</i>	Número de proposiciones (Strautmene, 2012) (T03)	El mapa presenta 15 proposiciones o más.	El mapa presenta de 10 a 14 proposiciones.	El mapa presenta de 3 a 9 proposiciones.	El mapa presenta 2 o menos proposiciones.	8
<i>B</i>	Nivel de ramificación (Miller, 2008) (Strautmene, 2012) (T04)	Ramificación Muy Alta: 7 o más ramificaciones.	Ramificación Alta: 5-6 ramificaciones.	Ramificación Media: 3-4 ramificaciones.	Ramificación Baja o nula: 0-2 ramificaciones.	9
<i>B</i>	Nivel de profundidad (Novak & Gowin, 1988) (T05)	Profundidad muy alta: 6 o más niveles	Profundidad alta: 4-5 niveles	Profundidad media: 2-3 niveles	Profundidad baja o nula: 0-1 niveles	9
<i>B</i>	Estructura jerárquica (Prats & Ferrer, 2012, 2014) (T06)	Presenta una estructura jerárquica clara y organizada.	A pesar de tener su origen en la parte superior, presenta dificultades de comprensión.	La estructura no tiene su origen en la parte superior del mapa.	La estructura es confusa, no queda clara la jerarquía de los conceptos.	9
<i>S</i>	Existencia de ejemplos (Novak & Gowin,	Presenta más de 10 ejemplos.	Presenta de 6 a 10 ejemplos.	Presenta hasta 5 ejemplos.	No presenta ejemplos.	8

<i>Tipo</i>	Criterios de evaluación (indicadores)	Muy bien (3)	Bien (2)	Regular (1)	Mal (0)	Peso
	1988) (T7)					
<i>B</i>	Enlaces cruzados (Cañas & Novak, 2012) (T08)	Existen 3 o más enlaces cruzados.	Existen 2 enlaces cruzados.	Existe 1 enlace cruzado.	No hay enlaces cruzados.	9
<i>B</i>	Existencia de recursos (que no sean otros MC) (Prats & Ferrer, 2012, 2014) (T09)	Presenta 10 o más recursos asociados.	Presenta entre 5 y 9 recursos asociados.	Presenta entre 1 y 5 recursos asociados.	No presenta ningún recurso.	9
<i>S</i>	Enlace con otros mapas conceptuales (Coffey <i>et al.</i> , 2003) (T10)	Forma parte de un modelo de conocimiento	Existen más de 2 enlaces a otros mapas conceptuales, sin formar parte de un modelo de conocimiento	Existen 1 o 2 enlaces a otros mapas conceptuales, sin formar parte de un modelo de conocimiento	No existen enlaces con otros mapas conceptuales	10

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación de mapas conceptuales – I. Aspectos Topológicos

<i>Tipo</i>	Criterios de evaluación (indicadores)	Muy bien (3)	Bien (2)	Regular (1)	Mal (0)	Peso
<i>B</i>	Pregunta de enfoque (Cañas & Novak, 2012) (S01)	Todos los aspectos de la pregunta de enfoque están recogidos en el MC.	La mayor parte de los aspectos de la pregunta de enfoque están recogidos en el MC	El MC responde sólo parcialmente a la pregunta de enfoque.	La pregunta de enfoque no existe, o el MC no responde a ella.	8
<i>B</i>	Concepto principal (Cañas & Novak, 2006) (S02)	El concepto principal mantiene relación con todos los conceptos del MC.	Más de la mitad de los conceptos están relacionados con el concepto principal	Sólo unos pocos conceptos tienen relación con el concepto principal.	No queda claro cuál es el concepto principal del MC.	8
<i>B</i>	Complejidad de los conceptos (Miller, 2008) (S03)	Todos los conceptos son relevantes, y no falta ninguno importante.	Predominio de conceptos relevantes, pero faltan algunos importantes.	Número bajo de conceptos relevantes.	No existen conceptos relevantes	7
<i>B</i>	Calidad de las frases de enlace (Prats & Ferrer, 2012, 2014) (S04)	Todas las frases de enlace están formadas por más de 1 palabra, y dan sentido a la proposición	Se combinan frases de más de 1 palabra con otras de mayor complejidad (2 o más palabras)	Todas las frases de enlace son 1 palabra, poco significativa.	No hay frases de enlace	8
<i>B</i>	La proposición como unidad de significado (Novak & Gowin, 1988; Miller, 2008) (S05)	Todas proposiciones están bien estructuradas.	La mitad o más de las proposiciones están bien estructuradas.	Hay unas pocas proposiciones bien estructuradas.	No existen proposiciones bien estructuradas.	10
<i>S</i>	Convergencia con el mapa de experto (Strautmane, 2012) (Novak & Gowin, 1988) (S06)	El mapa presenta 4 o menos diferencias con el mapa de experto	El mapa presenta entre 5 y 10 diferencias con el mapa de experto.	El mapa presenta entre 11 y 19 diferencias con el mapa de experto.	El mapa presenta más de 20 diferencias con el mapa de experto.	8
<i>S</i>	Validez de los ejemplos (Elaboración propia)	Al menos el 75% de los ejemplos son válidos.	Al menos de los ejemplos el 50% son válidos.	Al menos el 25% de los ejemplos son	Ningún ejemplo de los que presenta es válido.	8

<i>Tipo</i>	Criterios de evaluación (indicadores)	Muy bien (3)	Bien (2)	Regular (1)	Mal (0)	Peso
	(S07)			válidos.		
S	Calidad de los recursos (Elaboración propia) (S08)	Los recursos son de tipología variada estando relacionados con el concepto al que se asocian.	Los recursos son de tipología y la mitad de ellos están relacionados con el concepto al que se asocian.	Los recursos son relacionados con el concepto asociado son escasos.	Los recursos no están relacionados con el concepto al que se asocian.	8
S	Calidad de los mapas conceptuales enlazados (Coffey <i>et al.</i> , 2003) (S09)	Los MC enlazados son significativos, y además forman un modelo de conocimiento	Algunos de los aspectos de los MC enlazados son significativos respecto al mapa principal	Los MC enlazados no aportan aspectos significativos al mapa principal	No existen MC enlazados	10

Tabla 2 - Rúbrica para la evaluación de mapas conceptuales – II. Aspectos semánticos

*Este instrumento de investigación ha sido validado por el Panel Internacional de Investigación en Tecnología Educativa (PI2TE) en <http://edutec.es/panel>
Agradecemos las aportaciones al mismo de Norma Miller.*

5 Aplicación del Instrumento

5.1 Población y Selección de la Muestra

La población está formada, como ya habíamos hecho en estudios anteriores (Prats, 2013, pp. 124–126), por MC creados por profesores de la enseñanza pública las islas Baleares que realizaron un curso de iniciación a la creación de mapas conceptuales con CmapTools. La actividad se realizó en 17 ocasiones, entre los cursos académicos 2007-08 y 2012-13. El número total de participantes fue de 382, es el total de la población disponible.

Los participantes realizaban distintas actividades obligatorias, con las que iban creando MC. Para la actividad final, debían presentar un MC principal, con sus correspondientes recursos, y que enlazase con otro MC.

La muestra seleccionada, para esta primera fase, ha sido la misma que en estudios anteriores: un grupo de los 17 disponibles. En este caso, $n=24$.

5.2 Aplicación Experimental

En una primera aplicación experimental, se ha aplicado al grupo antes mencionado. Esta primera aplicación ha permitido detectar posibles errores o problemas en el instrumento, que se corregirán para una fase posterior, con una aplicación a un mínimo de cuatro grupos ($n= \pm 100$).

Al tratarse de una evaluación experimental del instrumento, y no de una aplicación generalizada del mismo, se ha prescindido del uso de la columna “peso” (o ponderación), porque así es más fácil una comparación entre los resultados de los diferentes criterios de evaluación.

6 Resultado de la Aplicación del Instrumento

Pasaremos a analizar los resultados de la aplicación del instrumento, diferenciado entre el instrumento que analiza aspectos topológicos y aquel que se centra en los semánticos.

Se debe tener presente que los MC de la muestra son el resultado de una serie de tareas, que eran corregidas por los tutores, por lo que lo que estamos evaluando es el resultado final. Además, en las tareas se marcaban una serie de

características de los MC, si bien el tema y contenido de este eran de libre elección por parte de los participantes. Por este motivo, la muestra presenta MC de diferentes áreas de estudio, y destinados a todos los niveles de la educación obligatoria en las islas Baleares (España).

	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T09	T10
Media:	2,54	2,54	2,21	1,88	1,08	2,29	2,13	0,92
Mediana:	3	3	2,5	2	1	3	2	1
Moda:	3	3	3	1	1	3	2	1
Varianza	0,41	0,58	0,75	0,94	0,24	0,96	0,61	0,08
Desviación Est.	0,66	0,78	0,88	0,99	0,50	1,00	0,80	0,28
Mínimo	1	1	1	0	0	0	1	0
Máximo	3	3	3	3	2	3	3	1

Tabla 3 - Resultados de la aplicación de la Rúbrica Topológica

a) Aspectos topológicos

Se ha optado por excluir los ítems (T07 - Existencia de ejemplos) y (T08 – Existencia de enlaces cruzados). El primero por las razones que se explicarán en el apartado de Conclusiones y el segundo porque no existía ningún enlace cruzado en los mapas analizados. En líneas generales, la aplicación del instrumento ha sido rápida y sencilla.

Si se observan los resultados que figuran en la Tabla 3, donde se analizan los resultados de la aplicación desde un punto de vista cuantitativo, podemos ver que los resultados más bajos se dan en los ítems T04, T05 y T10. Esto se debe, en gran parte, a la mayor dificultad que presenta obtener valores elevados en los ítems mencionados.

	S01	S02	S03	S04	S04	S05	S08	S09
Media:	1,13	2,79	2,42	2,00	1,00	1,96	2,29	1,63
Mediana:	0	3	3	2	1	2	3	2
Moda:	0	3	3	2	1	2	3	2
Varianza	1,69	0,25	0,58	0,50	0,00	0,71	1,21	0,40
Desviación Est.	1,33	0,51	0,78	0,72	0,00	0,86	1,12	0,65
Mínimo	0	1	1	0	1	0	0	0
Máximo	3	3	3	3	1	3	3	2

Tabla 4 - Resultados de la aplicación de la Rúbrica Semántica

b) Aspectos semánticos

Se ha optado por excluir los ítems (S06 - Convergencia con el mapa de experto) y (S07 – Validez de los ejemplos). El primero no podía aplicarse por no existir un mapa de experto, dada la diversidad temática de los MC analizados. En el caso del segundo, se explicarán las razones en el apartado de Conclusiones. En líneas generales, la aplicación del instrumento ha sido más compleja y lenta que en el caso anterior. Siempre el análisis de aspectos semánticos es más complejo que el de los topológicos.

Si se observan los resultados que figuran en la Tabla 4, donde se analizan los resultados de la aplicación desde un punto de vista cuantitativo, podemos ver que los resultados más altos se dan en los apartados (S02 - Concepto principal) (S03 - Relevancia de los conceptos), y (S08 Calidad de los recursos). La razón estaría en el tipo de control por parte de tutores, y ya antes mencionado, para la elaboración de los MC de la muestra.

7 Conclusiones

Con base en la aplicación del instrumento, establecemos las siguientes conclusiones:

- a) Consideramos que los dos instrumentos que hemos empleado cubren la mayor parte de los aspectos que se pueden considerar como significativos en un MC.
- b) Deben eliminarse los ítems que hacen referencia a los ejemplos (T07 y S07). La razón es que no todos los MC presentan ejemplos (no se les pedía en las instrucciones del curso), y a veces no queda claro si determinados conceptos son ejemplos o no. No en todos los casos que figuran se emplea como frase de enlace “como serían...” o frases similares.
- c) Debe modificarse la redacción del ítem (S04. Calidad de las frases de enlace). Tal cómo está redactado, establece una clara diferenciación entre las frases de enlace formadas por una sola palabra y aquellas que tiene más de una. Pensamos que también deberían penalizarse aquellas que, a pesar de tener más de una palabra, presentan una redacción confusa o bien su contenido no es útil en el contexto en el que se utilizan.
- d) En líneas generales, consideramos como satisfactoria la aplicación del instrumento. No han existido grandes dificultades para su uso, y los resultados nos dan una visión muy real de los MC analizados.
- e) Pensamos que los instrumentos pueden aplicarse en contextos diferentes, y que la modificación de aspectos concretos de los ítems es relativamente sencilla.

8 Líneas Futuras de Investigación

En primer lugar, se ampliará la aplicación del instrumento a tres grupos más del curso de formación en MC con CmapTools. Al mismo tiempo, y para diversificar la muestra, se piensan analizar MC de dos poblaciones distintas más:

- a) Alumnado de sexto curso de Educación Primaria (11-12 años). Disponemos de una muestra de tres cursos distintos, de alumnado en el CEIP Can Cantó (Eivissa – Ibiza, Islas Baleares).
- b) Alumnado universitario de los estudios del grado de Educación, de la Universitat de les Illes Balears (España).

Referencias

- Cañas, A., Bunch, L., Novak, J., & Reiska, P. (2013). CmapAnalysis: an Extensible Concept Map Analysis Tool. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 4(1), 36–46. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4264779>
- Cañas, A. J., Bunch, L., & Reiska, P. (2010). CmapAnalysis: An extensible Concep Map Analysis Tool. In J. Sánchez, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Fourth Int. Conference on Concept Mapping Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 75–83). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-Examinando los Fundamentos para el Uso Efectivo de los Mapas Conceptuales. In *Second Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 494–502). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Retrieved from <http://cmap.ihMC.us/Publications/ResearchPapers/Re-ExaminandoLosFundmentos.pdf>
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2012). Freedom vs. Restriction of Content and Structure during Concept Mapping - Possibilities and Limitations for Construction and Assessment. In J. Vanhear (Ed.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 2, pp. 247–257). Valetta, Malta: University of Malta. Retrieved from <http://eprint.ihMC.us/245/>
- Cañas, A. J., Novak, J. D., Miller, N. L., Collado, C., Rodríguez, M., Concepción, M., ... Peña, L. (2006). Confiabilidad de una Taxonomía Topológica para Mapas Conceptuales. In *Second Int. Conference on Concept*

- Mapping* (Vol. 1, pp. 153–161). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Retrieved from <http://eprint.ihMC.us/149/>
- Coffey, J. W., Carnot, M. J., Feltovich, P., Hoffman, R. R., Feltovich, J., Novak, J. D., & J. C. A. (2003). A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support. Pensacola, FL. Retrieved from <http://www.ihMC.us/users/acanas/Publications/ConceptMapLitReview/IHMC Literature Review on Concept Mapping.pdf>
- Miller, N. L. (2008). *An Exploration of Computer-Mediated Skill Acquisition in Concept Mapping by In-Service Panamanian Public Elementary School Teachers*. PhD Dissertation, Universitat Oberta de Catalunya.
- Miller, N. L., & Cañas, A. J. (2008). A Semantic Scoring Rubric for Concept Maps: Design and Reliability. In A. J. Cañas, R. Priit, M. K. Åhlberg, & J. D. Novak (Eds.), *Third Int. Conference of Concept Mapping*. Tallinn, Estonia and Helsinki, Finland. Retrieved from <http://cMC.ihMC.us/cMC2008papers/cMC2008-p253.pdf>
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Prats, E. (2013). *La Evaluación de los Mapas Conceptuales: un Caso Práctico*. Universitat de les Illes Balears. Retrieved from <http://www.slideshare.net/ernestprats/pfm-mte-ernest-prats-sept-f>
- Prats, E. (2016). Herramientas para la Evaluación de Mapas Conceptuales: una Primera Aproximación. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (56), 74–88. Retrieved from http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/738/Edutec_n56_Prats
- Prats, E., & Ferrer, I. (2012). Los Mapas Conceptuales como Elemento para Mejorar la Comprensión de Textos. Una Experiencia en Educación Primaria. In *Fifth Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 3, pp. 141–144). Malta: University of Malta.
- Prats, E., & Ferrer, I. (2014). El Uso Combinado de Webquest y Mapas Conceptuales en Educación Primaria. Análisis de una Experiencia. In *Sixth Int. Conference on Concept Mapping* (pp. 611–614). USP, IHMC – São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades.
- Strautmane, M. (2012). Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and their Scoring Criteria: an Overview. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Fifth Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 80–88). Valetta, Malta: University of Malta. Retrieved from <http://eprint.ihMC.us/219/>

INDICACIONES METODOLÓGICAS PARA USAR LOS MAPAS CONCEPTUALES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

(METHODOLOGICAL INDICATIONS FOR USING CONCEPT MAPS IN THE TEACHING LEARNING PROCESS)

Ninoshka González¹, Vivian Estrada² & Juan P. Febles²

¹Universidad Central del Este, República Dominicana

²Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba

Email: ngonzalez@uce.edu.do, vivianestrada4@yahoo.es, jfebles808@gmail.com

Abstract. The authors propose a way of instructing teachers who work with children of primary and secondary education, in the use of concept map as support for learning. The objective of the study was to use the experience of the editions of the master's degree in higher education, developed in the eastern central university, as an input to the diagnosis of the current state to elaborate methodological indications that serve as a guide to the pedagogical task of the teachers, the important alternative of using concept map as support for learning. Applying qualitative research methods: interview, observation and documentary analysis, a set of data and information necessary for the fulfillment of the research objective was compiled. As a result of the study, we arrived at a preliminary document that incorporates positive and negative experiences, from which the indications that were submitted to the consideration of a stratified sample of the different editions concluded or in process were elaborated. Through the application of the IADOV technique, a high degree of satisfaction with the proposal could be verified.

Resumen. Los autores proponen una manera de instruir a los docentes que trabajan con niños de las enseñanzas primaria y secundaria, en la utilización los mapas conceptuales como apoyo al aprendizaje. El objetivo del estudio fue utilizar la experiencia de las ediciones de la maestría de educación superior, desarrolladas en la Universidad Central del Este, como insumo del diagnóstico del estado actual para elaborar unas indicaciones metodológicas que sirvan de guía al quehacer pedagógico de los docentes en cuanto a la alternativa importante de utilizar los mapas conceptuales como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje. Aplicando métodos de investigación cualitativos: entrevista, observación y análisis documental, fue recopilado un conjunto de datos e informaciones necesarias para el cumplimiento del objetivo de la investigación. Como resultado del estudio se arribó a un documento preliminar que incorpora experiencias positivas y negativas, a partir de las cuales se elaboraron las indicaciones que fueron sometidas a la consideración de una muestra estratificada de las diferentes ediciones concluidas o en proceso. Mediante la aplicación de la técnica de IADOV se pudo comprobar un alto grado de satisfacción con la propuesta.

Keywords: learning, concept maps, pedagogical mediation, methodological indications

1 Introducción

Los mapas conceptuales se elaboraron por primera vez en 1972 en el transcurso del programa de investigación de Novak en Cornell University, donde su equipo trató de seguir y entender los cambios en el conocimiento de las ciencias que tenían los niños (Novak y Musonda, 1991).

Durante un periodo relativamente largo los profesores elaboraban manualmente esquemas de mapas conceptuales de forma manual. En la mayoría de los casos parecían derivaciones de los tradicionales cuadros sinópticos que utilizaban los buenos maestros de primaria para enseñar varias materias. Las destacadas aportaciones de Novak y Alberto Cañas, entre otros investigadores, elevaron la popularidad e importancia de esta figura en el plano de la educación. En la segunda mitad de la década del 80 y los años 90, pocos maestros no intentaban aplicar, a su forma, los mapas conceptuales en la educación.

Varias herramientas de software fueron elaboradas para diseñar, evaluar y utilizar los mapas conceptuales. Ejemplo de son: Mindomo, para generar recursos infográficos y crear mapas conceptuales. Lovelycharts: para crear diagramas, organigramas y otros mapas conceptuales con aspecto profesional. Creately: Herramienta que facilita la participación entre los alumnos para crear mapas conceptuales, diagramas y organigramas. MindMeister: Aplicación con la que se pueden crear mapas conceptuales e incorporar enlaces y documentos.

Tal como ocurre en todas las áreas del conocimiento la integración es siempre una fuerza impulsora, por eso citamos la siguiente afirmación de conocedores profundos del tema que tratamos en el artículo “fue la combinación del mapa conceptual y la Internet lo que lanzó un mundo totalmente nuevo de aplicaciones y usos para la elaboración de mapas conceptuales, como lo ejemplifica el software CmapTools” (Cañas *et al.*, 2004).

La incorporación de cualquier tecnología en el aula demanda una mediación pedagógica que, en esencia, se precisa en la siguiente conceptualización. “Mediación pedagógica es el tratamiento de contenidos y de las formas de expresión de los diferentes temas a fin de hacer posible el acto educativo, dentro del horizonte de una educación concebida como participación, creatividad, expresividad y racionalidad (Gutiérrez y Prieto, 2004)” (León, 2014, p.141).

Es válido lo expresado por Área y sus colaboradores al analizar la problemática educativa en la sociedad del conocimiento. Área et al. (2005) expresan que existen cuatro ejes representativos de la problemática educativa a la que se enfrenta la escuela en la sociedad del conocimiento, en los que las tecnologías digitales y los cambios en las formas de comunicación juegan un papel importante.

- 1) La superación de una visión restrictiva de la alfabetización tradicionalmente centrada en la lectoescritura de textos para asumir la necesidad de alfabetizar al alumnado en múltiples lenguajes, formas y medios expresivos de forma que la escuela se convierta en un garante de la igualdad de oportunidades en el acceso a la cultura y la tecnología de nuestra época.
- 2) La innovación de los métodos de enseñanza y aprendizaje en el aula de forma que el uso de los ordenadores se apoye en los principios del constructivismo social.
- 3) El análisis de los programas institucionales impulsados (...) destinados a integrar el uso de las nuevas tecnologías en los centros educativos del sistema escolar.
- 4) El profesorado como protagonista de los procesos de innovación educativa a través del uso pedagógico de las tecnologías.

Los autores del artículo, en el proceso de fortalecimiento de la formación de formadores mediante las maestrías, poseen el criterio de que, en las investigaciones, no pueden abarcarse muchas variables, tecnologías y métodos simultáneamente porque ello no favorece llegar a la profundidad de los aspectos incluidos en el objeto de estudio. Por tal razón concentran su atención en el presente trabajo en la elaboración de recomendaciones para el uso de los mapas conceptuales en la escuela, tomando en consideración las buenas prácticas internacionales y las características del entorno.

Bravo *et al* (2004), destacan que las actividades cognitivas e interpersonales sólo ocurren cuando se establece el intercambio; al razonar colectivamente con la resolución de problemas y al ejercer presión social sobre los alumnos poco motivados en el trabajo. El mapa conceptual está relacionado con estos principios.

Las ideas se basan, fundamentalmente, en el artículo sobre cómo Iniciar a Estudiantes de Educación Primaria en la Elaboración de Mapas Conceptuales, de los autores Cañas & Novak (2009) y otras publicaciones de este y otros autores que han tratado el tema, Miller & Carballada, (2008), Novak & Gowin (1988), Novak & Musonda (1991).

En el estudio, los mapas conceptuales se tratan como mediadores, recurriendo a la definición de mediación pedagógica dada por Prieto (1995), quien expresó “La Mediación Pedagógica, consiste en la tarea de acompañar y promover el aprendizaje”. Los mapas conceptuales son el acompañante de mediación pedagógica y las indicaciones para utilizarlo el resultado de la investigación.

2 Metodología

La metodología de trabajo tiene dos momentos o fases.

- 1) Diagnóstico de la situación actual, donde se aplicaron los siguientes métodos científicos:
 - Análisis documental. Revisión de los resultados docentes de los maestrantes, lectura de vistas a clases, tesis de los maestrantes, artículos publicados y otros documentos.
 - Encuesta a una muestra estratificada de los estudiantes de diferentes rondas de la maestría de Educación superior (anexo 1)
 - Observación participante en clases, jurados y otras actividades

2) Valoración de la propuesta

- Dos grupos focales, uno para valorar la propuesta y el otro para conocer sus consideraciones sobre la importancia de los mapas conceptuales en el tratamiento del conocimiento y el aprendizaje.
- La aplicación de la técnica de Iadov para comprobar la satisfacción con la propuesta

La recolección de la información para la valoración de los datos se aplicó a una muestra estratificada que toma el 50% de los alumnos de 5 rondas. En el anexo 2 se muestran las guías de moderación para la aplicación de los grupos focales y en el anexo 3 se presenta el cuestionario para la aplicación de la técnica de Iadov.

3 Resultados

La etapa de diagnóstico permitió conocer que más del 80% de los maestrantes no dominan la esencia de la técnica de mapas conceptuales y que éstos se usan fundamentalmente para exponer determinados contenidos en clases. Se desaprovechan las potencialidades de esta herramienta para contribuir a la identificación de conceptos por parte de los alumnos y sobre todo para establecer relaciones entre ellos. Ambas actividades contribuyen directamente al aprendizaje de los temas que se están abordando en el aula.

En las respuestas de los entrevistados y en los documentos revisados no se pudo encontrar trazas indicativas de un tratamiento adecuado a los mapas conceptuales. Resulta evidente el desconocimiento de las herramientas informáticas disponibles para su elaboración y evaluación y de las potencialidades que tienen para apoyar el proceso docente educativo.

3.1 Indicaciones Metodológicas para el Empleo de los Mapas Conceptuales

La propuesta para el uso de los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria está compuesta de tres fases:

Fase 1. Identificación y definición de conceptos

En esta fase el profesor debe explicar la importancia del trabajo en equipo, la necesidad de leer atentamente el documento entregado, que se haga una selección cuidadosa de aquellos conceptos de mayor relevancia en el documento. Aquí el profesor intercambia con los alumnos y realiza las actividades grupales siguientes:

1. Conforme grupos de cuatro o cinco cada uno.
2. Seleccione un tema que esté contemplado en el contenido a tratar de su asignatura. Preferiblemente imprima en una página del tema para cada equipo.
3. Solicite a los alumnos que extraigan los conceptos fundamentales que encuentren en el texto.
4. Solicite a un grupo que diga cuáles conceptos encontraron. Los demás equipos aportan nuevos conceptos o comentan sobre las definiciones.

La selección del documento para este ejercicio resulta vital para el éxito de la actividad que se prepara.

Fase II. Determinación de las palabras enlace y las proposiciones que se emplearán

Tan importante como identificar los conceptos en el tema es comprender como ellos pueden estar relacionados y mediante qué palabra se establece este enlace. En este sentido se recomienda:

1. Solicitar al grupo de alumnos que seleccione dos conceptos y explique qué palabras proponen como enlace. Una vez llegado a un consenso se registra esta pareja de conceptos.
2. Continuar formando esas parejas de conceptos hasta que se agotadas todas las relaciones.
3. Los alumnos de cada grupo leerán las proposiciones encontradas y se analizarán en el aula.
4. Explicar que una proposición es una oración con valor referencial o informativo. En el caso de la construcción del mapa conceptual se trata de una proposición siempre verdadera.

Fase III. Elaboración del mapa conceptual

El profesor recuerda los diferentes tipos de mapas conceptuales y se selecciona uno.

1. Seleccionar el concepto más inclusivo. Este paso debe realizarse mediante intercambio con todo el grupo. Debe tenerse claro el concepto del término inclusivo.
2. Con los elementos de las fases anteriores cada grupo elaborará su mapa conceptual.

3. Se recomienda para ello el uso de una herramienta de software, que puede ser Cmaptools u otra previamente seleccionada por el profesor.
4. Concluir cada rama del mapa con un ejemplo, siempre que sea posible. El profesor debe destacar la importancia del proceso de gestión de conocimiento y el papel en ello de los mapas conceptuales.
5. Analizar los mapas elaborados. Explicar y comprobar que cada rama del mapa tiene sentido. Destacar la importancia del mapa conceptual para el estudio independiente y para favorecer la comprensión del contenido tratado y el aprendizaje.

El profesor debe insistir en que mapas conceptuales diferentes pudieran estar igualmente bien elaborados.

4 Valoración y Discusión de los Resultados

Los autores coinciden con Mendonça, (2013) cuando afirma que los mapas se realizan de forma progresiva, pueden evidenciar la evolución del aprendizaje y mostrar en qué momento de la intervención son más eficientes. Esto se puso de manifiesto en las encuestas y el grupo focal aplicado, donde se observó diferencias entre los que usaban los mapas conceptuales de manera progresiva y los que lo realizaban de forma puntual. Igualmente subrayan la utilidad de los mapas conceptuales como guía para generar la discusión sobre el contenido trabajado, para reforzar las ideas importantes y para proporcionar información al profesor sobre la calidad del aprendizaje que se está generando en el contexto del aula, como señalan varios autores sobre el tema.

Aunque los autores coinciden en el papel desempeñado por herramienta CmapTools en el proceso de enseñanza, consideran que no siempre la imagen que se genera es atractiva para estudiantes de enseñanzas elementales y han utilizado herramientas propias para generar imágenes gráficas que resultan mas comprensibles para todos, lo cual fue expresado por varios entrevistados.

Para valorar las indicaciones metodológicas para el empleo de los mapas conceptuales se realizó un grupo focal con la participación de ocho docentes, con los que se analizaron los puntos que aparecen contenidos en la guía de moderación (anexo 2). Como resultado de la aplicación de esta técnica se concluyó que las indicaciones metodológicas elaboradas son muy favorables para orientar el empleo de los mapas conceptuales en el proceso de enseñanza aprendizaje, se destacó la coherencia de cada fase, su aplicabilidad y que facilita el trabajo del docente. Se señaló también que esta actividad debe motivar al alumno en el aprendizaje del tema en cuestión.

Todos valoraron positivamente la contribución de los mapas conceptuales a las ciencias pedagógica. Su papel en el aprendizaje y en la organización y presentación del conocimiento. El grupo consideró que esta actividad debía realizarse entre dos y tres veces por asignatura.

Para la aplicación de la técnica de Iadov se incluyeron las preguntas cerradas en el cuadro lógico y los datos se recolectaron con el instrumento que aparece en el anexo 3. En el cuadro lógico de Iadov aparecen reflejadas las preguntas cerradas (Tabla 1).

Para el desarrollo de esta técnica se aplicó una encuesta que permitió conocer el grado de satisfacción de los usuarios con la estrategia y sus características en cuanto a:

- La necesidad de implementar indicaciones metodológicas para producir un cambio favorable significativo en la aplicación de los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria.
- La incidencia de las indicaciones propuestas para la aplicación de los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria.
- La importancia de capacitar a los docentes como premisa para la aplicación de los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria.
- A partir del análisis de los resultados de las encuestas, basado en el cuadro lógico de Iadov, se calculó del Índice de Satisfacción Grupal (ISG) según la fórmula que establece el método

$$ISG = \frac{67(+1) + 2(+0,5) + 2(0) + 0(-0,5) + 0(-1)}{72} = 0,94$$

Como se aprecia, el índice de satisfacción grupal es 0,94, lo que significa una clara satisfacción con las indicaciones metodológicas propuestas para utilizar los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria.

	¿Considera que puede lograrse un cambio significativo en el empleo de mapas conceptuales para la enseñanza primaria y secundaria, sin disponer de indicaciones que apoyen este proceso?								
	No			No sé			Si		
¿Cuál es su criterio definitivo sobre las indicaciones propuestas?	¿Si necesitas producir un cambio significativo en la manera de utilizar los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria, emplearías indicaciones como las que se proponen?								
	Si	No sé	No	Si	No sé	No	Si	No sé	No
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me gusta tanto	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Tabla 1: Cuadro lógico de Iadov.

5 Conclusiones

- La investigación demuestra que los mapas conceptuales pueden servir de apoyo a las actividades docentes de los niveles de primaria y secundaria
- A pesar del tiempo transcurrido y la profusa literatura científica publicada, existe aún falta de conocimiento por parte de los docentes, sobre cómo utilizarlos en apoyo a al proceso de enseñanza aprendizaje.
- Las indicaciones metodológicas elaboradas, a partir consideraciones teóricas y la realidad de los maestrantes de la Universidad Central del Este, en República Dominicana, constituyen una guía para utilizar los mapas conceptuales como alternativa de mediación pedagógica, en la enseñanza primaria y secundaria.
- El índice de satisfacción grupal de las indicaciones propuestas, demuestra la importancia y factibilidad de uso en el proceso de enseñanza aprendizaje de manera inmediata.

6 Recomendaciones

- Estudiar el pensum del programa de maestría de educación superior para proponer los temas en que puede incorporarse estas indicaciones metodológicas como parte de sus contenidos.
- Evaluar al final de cada cuatrimestre los resultados de la aplicación de las indicaciones metodológicas propuestas, para introducir las modificaciones que resulten aconsejables.

Referencias

- Área, M. M. (2005). *Nuevas Tecnologías, Globalización y Migraciones*. Ediciones Octaedro. ISBN: 8480637633 ISBN-13. Barcelona.
- Bravo A. J. (2005). La Iniciativa de Habilidades para la Vida en el Ámbito Escolar. *Revista del Instituto de investigaciones Educativas*, 9, (16), pp. 25-34. Colombia.
- Cañas, A. J. & Novak, J. D. (2009). *Cómo Iniciar a Estudiantes de Educación Primaria en la Elaboración de Mapas Conceptuales*. Tomado de: <http://cmap.ihmc.us/docs/IntroAulaPrimaria.html>
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., . . . Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- León, G. L. (2014). Aproximaciones a la Mediación Pedagógica. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 5(1), 136-155.
- Mendonça, C. A. (2013). El Uso de Mapas Conceptuales Progresivos como Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en la Formación de Profesores de Biología. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, Vol. 4(1), pp. 107-21.
- Miller, N. L., & Carballeda, M. (2008). *Cómo Iniciar a los Estudiantes en la Elaboración de Mapas Conceptuales*. Proyecto Conéctate al Conocimiento, Panamá.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Editorial Martínez Roca.
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A Twelve-Year Longitudinal Study of Science Concept Learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.
- Prieto, D. (1995). *Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación Superior*. Bogotá, D.C: ICFES.

Anexo 1: Encuesta de recogida de información sobre el uso de los mapas conceptuales en el proceso de enseñanza aprendizaje (aplicada a docentes).

1. Conoce la técnica de mapas conceptuales: Si___ No___
2. Has utilizado los mapas conceptuales para la explicación de algún tema en el aula elaborados por usted: Si___ No___
3. Conoces las herramientas de software principales que existen para construir mapas conceptuales: Si___ No___
4. Has utilizado alguna herramienta de software para construir mapas conceptuales: Si___ No___
5. Utilizas como método participativo la elaboración de mapas con conceptuales por parte de los alumnos: Si___ No___
6. Has estudiado alguna publicación sobre cómo proceder para que los niños elaboren sus propios mapas conceptuales: Si___ No___
7. Utilizas la definición de conceptos y sus relaciones para contribuir a la comprensión de un contenido: Siempre___ A veces___ Nunca___
8. Consideras útil el uso de recursos esquemáticos para presentar un contenido: Si___ No___
9. Incluyes en tus actividades docentes la gestión de información y conocimiento: Siempre___ A veces___ Nunca___
10. Qué importancia atribuyes al aprendizaje colaborativo en el aula: Mucha___ -Poca___ Ninguna___
11. Dominas el concepto de mediación pedagógica: Bien___ Regular___ mal___
12. Le gustaría usar mapas conceptuales para explicar algún contenido de su asignatura: Si___ No___
13. Estarías de acuerdo en recibir orientaciones metodológicas para ampliar tus conocimientos sobre mapas conceptuales y utilizarlo como parte de tus métodos activos en el aula: Muy de acuerdo___ de acuerdo___ me da lo mismo___ en desacuerdo___ en total desacuerdo___

Anexo 2: Guías de moderación para aplicación de la técnica de grupo focal.

El análisis grupal se condujo por un moderador que siguió lo siguiente guía de moderación:

a) Grupo focal para valorar la propuesta

1. Importancia de las indicaciones propuestas
2. Criterios sobre la estructuración por fases.
3. Valoración de cada una de las fases
4. Aplicabilidad de las indicaciones metodológicas

b) Grupo focal para valorar la importancia de los mapas conceptuales en el tratamiento del conocimiento y el aprendizaje.

1. Importancia de la técnica de los mapas conceptuales en el proceso de enseñanza aprendizaje de temas de las asignaturas de primaria y secundaria
2. Apreciación del grado de conocimiento de los docentes de estos niveles para utilizar mapas conceptuales como recursos de aprendizaje.
3. Posibilidad de que los niños de estas edades sean capaces de elaborar mapas conceptuales con la guía del maestro
4. Resulta de interés una orientación específica para la utilización de mapas conceptuales en el aula.
5. Debe vincularse el concepto de mediación pedagógica con la utilización de mapas conceptuales apoyados por la tecnología.

Anexo 3: Consulta a expertos para la valoración de la propuesta (Técnica de Iadov)

Primeramente se brinda una explicación sobre las características de las indicaciones metodológicas y su fases. Las preguntas planteadas son:

1. Es usted profesor de: Primaria___ Secundaria___
2. ¿Considera que puede lograrse un cambio significativo en el empleo de mapas conceptuales para la enseñanza primaria y secundaria, sin disponer de indicaciones que apoyen este proceso? SI___ NO___ NO SE___

3. Qué opinión le merecen los mapas conceptuales: Alta____ normal____ baja____
4. ¿Si necesitas producir un cambio significativo en la manera de utilizar los mapas conceptuales en la enseñanza primaria y secundaria, emplearías indicaciones como las que se proponen? SI____NO____ NO SE____
5. Mencione una herramienta de software que hayas utilizado para construir mapas conceptuales:
6. ¿Cuál es su criterio definitivo sobre las indicaciones propuestas?
Me gusta mucho____ No me gusta tanto____ Me da lo mismo____ Me disgusta más de lo que me gusta____ No me gusta nada____ No sé qué decir____:

INTERDISCIPLINARITY OF CONCEPT MAPS

Priit Reiska, Aet Möllits
Tallinn University, Estonia
Email: priit@tlu.ee, aet.m@tlu.ee

Abstract. In modern life an increasing percentage of jobs require employees to think critically and creatively, and to be able to make innovative but knowledge-based decisions. This requires the ability to connect different domain areas, to understand interdisciplinary connections. One of the main difficulties in the attempt to improve interdisciplinary knowledge in schools is a lack of effective assessment and evaluation tools. How to facilitate students' demonstration of their interdisciplinary understanding by integrating multiple source of knowledge from two or more disciplines is a constant challenge for educators. The primary focus of this study is to explore the viability of assessing students' interdisciplinary understanding through the construction of concept maps. In this study we compare two methods of measuring the interdisciplinarity of concept maps. The results showed that the two methods (experts' ratings and Interdisciplinary Quality Index) correlate very highly.

Keywords: concept mapping, interdisciplinary learning, interdisciplinarity, assessment

1 Introduction

Modern jobs require employees to think critically and creatively, and to be able to make innovative decisions that often require analyzing information and data from different disciplines. Therefore, a primary focus of the 21st century science classroom should be to develop students with profound knowledge understanding (You, et al., 2018; Rimini & Spiezia, 2016; Ananiadou & Claro, 2009). This can be achieved by leading students to higher order thinking skills that highlight problem solving, decision-making and question-asking capabilities (Cañas et.al, 2017, Ghani et. al, 2017). In addition to that researchers emphasize the advantages of knowledge domain, which connects different disciplines. In other words, subject content should be taught with the aim of developing student interdisciplinary knowledge (Begg & Vaughan, 2011; Barisonzi & Thorn, 2003, Mansilla & Duraising, 2007). It doesn't mean that science teachers need to be experts in all disciplines, but they have to be able to give different meanings of concepts so that students can use them together or develop new knowledge (Mansilla & Duraising, 2007). Thus, interdisciplinary education faces the needs of the modern world, where professional parameters are not defined and there is no available toolbox with ideas or methods how to solve unknown problems. Therefore, creating an interdisciplinary learning situation is one way to teach subject matter in interdisciplinary way (Klaassen, 2018).

One difficulty in pedagogical approaches to improve interdisciplinary knowledge is a lack of effective tools to assess and evaluate interdisciplinarity (Repko, 2007, Ghani et. al, 2017). It is challenging for teachers to understand how to enable students to demonstrate their interdisciplinary understanding by integrating multiple source of knowledge from two or more disciplines. The primary focus of this study is to explore different methods of assessing students' interdisciplinary understanding by constructing concept maps.

The research questions of this study are:

1. What methods are there to measure the level of interdisciplinarity of concept maps?
2. Do the different methods lead to the different results?

In this paper interdisciplinarity is viewed as a major element in concept mapping. It is a process of integrating two or more concept from different discipline by bringing a learner to create new meaning, perspective or approach, that enhance formation of interdisciplinary knowledge (Novak, 2010, Reiska et al., 2018).

2 Interdisciplinary Understanding in Teaching and Learning Science

There is no easy answer to the question "How do we learn?" and not everyone learns in the same way. Students bring different backgrounds and experiences with them to learning. The suitable and sustainable knowledge structures are the base of interdisciplinary learning (Schaal, et al., 2010). Learning occurs when there is change in learners' knowledge structures. Meaningful learning takes place when learners relate new knowledge to that what they already know" (Novak & Gowin 1984). Learning the different sciences involves understanding complex topics that require subject-integration approaches in order to reach a long-term and conceptual understanding. The conceptual knowledge involves interconnection of basic science concept from different disciplines, for example

from chemistry and biology. Therefore, interdisciplinary teaching and learning in sciences may lead learners to complex thinking and crosslinking abilities (Schaal, et al., 2010).

Interdisciplinary learning usually aims to identify solutions that foster breaking down the disciplinary boundaries and integrate knowledge or skills to see larger context (Mansilla & Duraisingh, 2007). Davis (1995, p. 39) argued that interdisciplinarity requires for learners “considerably more help than they usually get” to understand and use information because “problems come in ‘layers’ that need to be separated and analyzed, but solutions usually need to be comprehensive, addressing the problem as a system, not as pieces”. He continues “in interdisciplinary courses, where the focus is on developing critical thinking skills, employing multiple perspectives, and relating information to some larger conceptual framework than the concerns of a single discipline”.

In learning natural sciences, we often face the fact that the learning goals and topics fall each in different subject fields. One important aspect in learning sciences is to help students get in-depth conceptual understanding, and it can be achieved through interdisciplinary studies (Schaal, et al., 2010, Shen, et al., 2014, You, et al., 2018). The common aspect among widely used definitions of interdisciplinarity is the concept “integration”, which means overlapping boundaries by integrating methods, knowledge, skills, theories and perspectives for creating something new (Meneken & Kestra 2016, Repko, 2012, Mansilla, 2006, Schneider, 2004, Barisonzi & Thorn, 2003, Newell, 1997). Mansilla (2006) and Repko (2012) discuss that interdisciplinarity is a mode of thinking that brings together individuals or groups to pursue bodies of knowledge that integrate two or more disciplines with the goal to understand multi-faceted issues. Mansilla (2006) brings out three important features about interdisciplinary knowledge: (1) purposeful, that advance understanding (2) disciplined, that embody not only disciplinary finding, but also the modes of thinking of the disciplines involved and (3) integrative, that add value of intertwine disciplinary perspectives to leverage the understanding. The purpose of interdisciplinary teaching and learning is to develop students’ cognitive and intellectual abilities to think, perceive, analyze, create and solve problems (Repko & Szostak, 2016). As stated above, interdisciplinary studies engage students to solve the real-world complexities, which means that problem-based approach is often used (Meneken & Kestra, 2016). The main characteristics of interdisciplinary learning are listed by Klaassen (2018) and ASHE (2009).

Interdisciplinary learning approach may improve traditional learning skills like writing competencies, communication, scientific reasoning and computer literacy (Field, et al., 2002). However, several authors believe that interdisciplinary learning provides also enhancement of cognitive skills. (Ivanitskaya et al., 2002; Field, et al., 2002). There is no good platform or method to assess these desired or predicted outcomes of interdisciplinary learning. There are indeed evidences and best practices from the literature about positive interdisciplinary outcomes, but this is still a challenge to design empirically improved ways to evaluate such claims (You, et al., 2018). In the next paragraph we discuss the assessment challenges that are specifically related to interdisciplinary learning outcomes.

3 Assessment of Students’ Interdisciplinary Understanding in Science

As discussed above there is now single definition of interdisciplinarity, no consensus of expected learning outcomes or widespread level of integration in interdisciplinary studies (Field, et al., 2002). One of the main challenges of interdisciplinarity is how to assess learners’ ability to integrate knowledge from two or more disciplines (Reiska, et al., 2018, You, et al., 2018). For assessing interdisciplinary understanding, You et al. (2018, p. 380-381) emphasize the role of disciplinary knowledge “In mapping students’ understanding of an interdisciplinary topic, it is important to distinguish whether an inability to solve a problem is due to the lack of the disciplinary building blocks, or to the inability to apply them together to solve interdisciplinary problems.” Additionally, many researchers have asked how students will demonstrate not only a final product or solution, but also various parts of interdisciplinary knowledge (Mansilla & Duraisingh, 2007, Mueller, et al., 2014). According to the ASHE Higher Education Report (2009), there are three important components to consider in interdisciplinary assessment: (a) knowledge of key concepts from the contributing disciplines; (b) knowledge of the connections among these key concepts, or the skill of integration; (c) the ability to actively apply these concepts to an interdisciplinary problem or topic.

Field, et al. (2002) divides interdisciplinary assessment into indirect and direct methods. The indirect techniques observe the quality and quantity of learners’ study outcomes. For example, surveys, interviews, and written questionnaires are used to ask learners to reflect what they have experienced or achieved, but not directly what they

have learned. Direct methods, on the other hand, assess whether or not the learners have achieved learning outcomes, for example in the form of examinations (true or false, multiple-choice standardized tests etc.). In addition demonstration by performance is also a direct, where students create their own unique response and learning is revealed through the students' performance on real tasks, e.g. projects, presentations, simulations, portfolios. However, these tasks are not exactly the assessment techniques, they are rather measurement activities. Field, et al., (2002, p. 265) added in their classification that "...we believe that effective assessment will require both indirect and direct measures of learning, with an increasing emphasis on direct techniques."

There are a number national and international assessment items designed for assessing interdisciplinary understanding. For example:

- 1) PISA's (The Program for International Student Assessment) aim is to assess fifteen-year-old students' knowledge in science and how they can apply this in real-life situations where the elements of knowing are interdisciplinary. According to OECD (2016)'s report, the capability in science requires learners three forms of knowledge: (1) content knowledge, (2) knowledge of methodological procedures used in science and (3) knowledge of reasons and ideas used by scientists to explain their claims. The assessed understanding was selected from the fields of physics, chemistry, biology and Earth and space in science. Nevertheless, the response types of the items were simple multiple-choice (e.g. single response from four options, an answer that is a selectable element within a graphic or text) complex multiple choice (e.g. more than one response from a list, selecting choices from a drop-down menu to fill multiple blanks "drag-and-drop" responses) and constructed response (written or drawn responses). In addition to that, most of the items focused on one or two discipline, for example "bird migration" item assessed knowledge from biology, "meteoroids and craters" needed knowledge from Earth and space and physics and "running in a hot water" knowledge from biology and procedural skills.
- 2) TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study) science assessment has two dimensions: (1) content knowledge that is specified in the subject matter and (2) cognitive understanding that is specified to assess thinking processes. TIMSS assess at grade 4 students' knowledge in the fields of life science, physical science and Earth science and at grade 8 in the fields of biology, chemistry, physics, and Earth science. The item in TIMSS were primarily in forms of multiple-choice and constructed-response (Mullis, et al., 2013). No questions in TIMSS were found that required for students' interdisciplinary understanding (Liu, et al., 2008, You, et al., 2018).
- 3) NAEP (The National Assessment of Educational Progress) is the largest nationally representative assessment in the United States that is intended to measure students' ability to infer relationships using scientific knowledge, link scientific ideas with social problems and integrate these ideas to make conclusions. NAEP items require students to interpret data from tables and draw conclusion from experimental results. The outcomes of these items are measuring the recall of isolated facts and logical reasoning rather than interdisciplinary understanding (Liu, et al., 2008, You, et al., 2018).

The effective assessment methods of interdisciplinary understanding differ from a discipline-based approach. For example, Mansilla & Duraisingh (2007) argue that the interdisciplinary assessment depends on: tasks - that should invite students to build and demonstrate mastery of "whole" performances; standards and criteria - that should be shared by faculty and students and evaluation approach - that should be ongoing and should provide feedback to support learning. To conclude, when assessing the complex interdisciplinary knowledge, the close-ended methods and multiple-choice tests do not adequately measure the outcomes we expect. Even the national and international tests do not outstand their assessment approaches. Therefore, every empirical endeavor about assessing interdisciplinarity is needed.

4 Assessing Interdisciplinarity with Concept Maps

Many authors have inferred that concept mapping can facilitate higher-order thinking skills in different learning domains (Cañas et al., 2017, Ghani, et al., 2017). However, "the process of constructing a concept map is arguably more important than the final map, particularly if we are interested in learning and exercising higher-order thinking skills" (Cañas et al., 2017, p. 352).

4.1 Theory of Concept Maps

Concept mapping was developed by Joseph Novak and his research team in the 1970's (Novak & Cañas, 2006) and is based on Ausubel's (1968) meaningful learning theory. It is a visual learning tool that consists of concepts (usually surrounded by circles or boxes) and arrows that show the relationship between two concepts. Propositions in concept maps consist of two or more concepts that are connected with linking words, and are an important component of concept maps as they convey a learners' understanding of one concept (Novak & Gowin, 1984; Novak, 2010). The creation of an accurate proposition between concepts can show the higher level of understanding that can be achieved by the learner. Thus, the construction of concept maps contributes to the learning process and the students' understanding, and to how the concept is permanently placed in their minds (Novak, 1990).

Concept maps have three important characteristics (Cañas et al., 2012): 1) hierarchical structure – represents the particular domain of knowledge and usually is depicted as more general concept at the top of the map and the more specific ones at the bottom. 2) cross-links - show relations between concepts in different subdomain areas on the map. Cross-links are an important feature as they can represent a student's ability to make creative leaps from one part of the map to the other. 3) content – the concept map's content, together with its structure, should respond to a previously given focus question. Although concept maps are widely used in education to promote better understanding in teaching and learning, there is still a big problem, that students cannot receive timely feedback from teachers, which influence the students' learning achievements. (Po-Han, et al., 2012, Ingeç, 2009, BouJaoude, et al., 2003).

4.2 Concept Maps for Assessment

In using concept mapping as an assessment tool, two factors need to be considered: the type of concept mapping task and the type of concept mapping scoring method. Ruiz-Primo (2004) put forward a directness of concept mapping tasks, where directness is related to the amount of information that is provided with concept mapping task that varies from high to low. High-directed tasks provide students with concept or linking words, but do not restrict how maps may be drawn. A low-directed mapping technique gives freedom to decide which concepts and linking words can be used and how many and in which way (Ruiz-Primo, 2004).

There are several measures for analyzing concept maps. By using a quantitative assessment method, a range of characteristics can be assessed (Croasdell et al., 2003) e.g. number of concepts; number of propositions; number of cross-links, which describe the size of concept maps. The structure of the map can also be described by centrality of concepts, number of cross-links, density of concepts, inter and intra cluster proposition count and branch point count. The main problem with such quantitative assessment methods is that they might make assumptions such as that bigger maps are better. Actually, experts often produce smaller concept maps than novices do, because the focus is placed on the most important concepts, which are then connected by highly informative statements (Kinchin 2011; Cañas, Reiska & Novak, 2016). Thus, the quality of a concept map is shown by which concepts, linking word and propositions are in the map. Typical quality indicators are the number of correct propositions, average rating of propositions and relevance of concepts. Commonly, experts are used to assess the accuracy of propositions (Reiska, et al., 2008).

4.3 The Use of Concept Maps to Assess Interdisciplinarity

There are numerous studies on the successful use of concept maps as an assessment or reflection tool (Tan, et al., 2017; Popova-Gonci et al., 2012; Cañas, et al., 2012; Po Han, et al., 2012; Lopez et al., 2011; Ruiz-Primo, 2004; Stoddart, et al., 2000;). On the other hand, there is not much literature on using concept maps to evaluate learners' interdisciplinary knowledge. Borrego et al. (2009, p. 21) brings out the efficiency of concept maps by evaluating students' ability to make connections across different disciplines: "...this representational complexity makes them ideal vehicles to evaluate one of the hallmarks of successful interdisciplinary collaboration: knowledge integration". Borrego et al. (2009)'s study included pre-and post concept maps with 10 students. Different faculty members assessed the interdisciplinarity of these 20 concept maps and used a rubric that considered three map characteristics: comprehensiveness, organization and correctness, and scored maps with points 1 to 3. In the study the time-consuming manual process of assessing the maps raises questions about the efficiency of such assessment procedure.

Reiska et al. (2018) developed the Interdisciplinary Quality Index (IQI), a measure of the interdisciplinarity of a concept map, and which can be calculated by a computer and can thus be easily applied to a large number of concept maps. Concept maps with a high IQI score of tend to be characterized by a well-structured, correct subject matter and interdisciplinary propositions. In their 2018 study, the decision of whether a proposition is interdisciplinary was made by nature of the two concepts: a) if the concepts in the proposition were from the same subject matter they defined the proposition as a disciplinary proposition; b) if the concepts were from different subject matter they defined it as an interdisciplinary proposition.

5 Research Design, Methods and Data Collection

As stated earlier, the research questions of this study are:

1. What methods are there to measure the level of interdisciplinarity of concept maps?
2. Do the different methods lead to the different results?

To answer these questions, we compare different methods for assessing interdisciplinarity of concept maps based on seven sample maps. These seven sample maps were taken from a longitudinal study where high school students' interdisciplinary understanding was evaluated in biology via the question "Milk - is it always healthy? (metabolism, redox reaction, energy transformation etc.).

We chose these seven maps so that they were of different size, structure and content. The general characteristics of these seven concept maps are displayed in Table 1.

Map no.	Concept Count	Proposition Count	Avg. Propositions Per Concept
Cmap1	23	22	0,73
Cmap2	29	29	0,97
Cmap3	29	34	1,13
Cmap4	27	27	1,00
Cmap5	30	36	1,20
Cmap6	28	35	1,17
Cmap7	18	17	0,57

Table 1. Main characteristics of seven concept maps

5.1 Expert Rating

We asked 8 experts to rate from 1 to 5 the seven concept maps, answering different the following questions about the maps' interdisciplinarity:

- Q1: How many concepts from different subject areas (biology, chemistry, physics, geography, everyday life) are used in this concept map?
- Q2: How many connections are between concepts from different subjects?
- Q3: How interdisciplinary is the concept map?
- Q4: How good is the focus question answered?
- Q5: How do you evaluate the concept map generally (correctness, size, structure)?

5.2 Interdisciplinary Quality Index (Reiska et al., 2018)

We calculated the value of the Interdisciplinary Quality Index (IQI) (Reiska et al., 2018) for all seven sample maps. The IQI consists of three different sub measures of quality and quantity and the maximum IQI value is 3. The sub measures are related to the number of correct interdisciplinary propositions, number of branch points and number of 2-scored propositions (high-quality and correct propositions, Table 2).

Map no.	Correct ID propositions	Branch Point Count	2-scored propositions
Cmap1	13	4	6
Cmap2	13	5	10
Cmap3	9	12	6
Cmap4	14	6	13
Cmap	18	6	16
Cmap6	18	11	13
Cmap7	9	3	3

Table 2. Values of measures for IQI calculation

6 Results and Discussion

6.1 Results of Expert Rating

Table 3 shows the average values of the experts' ratings. We also calculated averages for all questions. The experts' ratings show Cmap number 5 (see appendix) has the highest scores for every question. Four Cmaps are in average scores almost equal good: 2, 3, 4 and 6. Among these, if we look only at the interdisciplinary connections, then Cmap number 6 has higher ratings than the other three Cmaps (2, 3 and 4). Cmap number 7 has the lowest ratings.

Map no.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Avg.
Cmap1	3,3	2,8	2,8	2,5	2,4	2,7
Cmap2	3,9	3,3	3,3	3,0	3,1	3,3
Cmap3	4,0	3,1	3,5	3,1	2,9	3,3
Cmap4	4,0	3,3	3,6	2,9	2,5	3,3
Cmap5	4,5	4,1	4,1	4,5	4,1	4,3
Cmap6	3,9	3,8	3,4	2,6	2,5	3,2
Cmap7	2,1	2,3	2,5	2,1	1,8	2,2

Table 3. Average values of experts' ratings

6.2 Results of Interdisciplinary Quality Index

Table 4 shows the IQI for each of the seven concept maps.

Map No	Cmap1	Cmap2	Cmap3	Cmap4	Cmap5	Cmap6	Cmap7
IQI	1,4	1,8	1,9	2,1	2,5	2,7	0,9

Table 4. Interdisciplinary Quality Index

Cmap 6 has highest IQI. High values of IQI resulted also for Cmaps number 5 and 4. Cmap number 7 has the lowest IQI value.

6.3 Correlation between two the Methods

We calculated the correlations between the experts' ratings and the IQI. The expert ratings related to the map interdisciplinarity correlated significantly and very high with IQI. The highest correlation was between Q2 (interdisciplinary links) and IQI: 0,95. The lowest correlation was between question Q4 (focus question) and IQI:

0,59. Among the different components of IQI the branch point count correlated least with expert ratings (correlations: 0,17 – 0,52).

Cmap number 6 has the highest IQI value, while experts rated Cmap number 5 the highest. If we look at the different components of the IQI, we can see that Cmap number 6 has many more branch points than the Cmap number 5, which leads to a higher IQI. It seems that experts didn't take the structure of the map into account as strongly as the IQI does. Still, the correlation analysis shows that IQI correlates very highly with the expert's ratings. The figure 1 shows the values of IQI and some expert ratings.

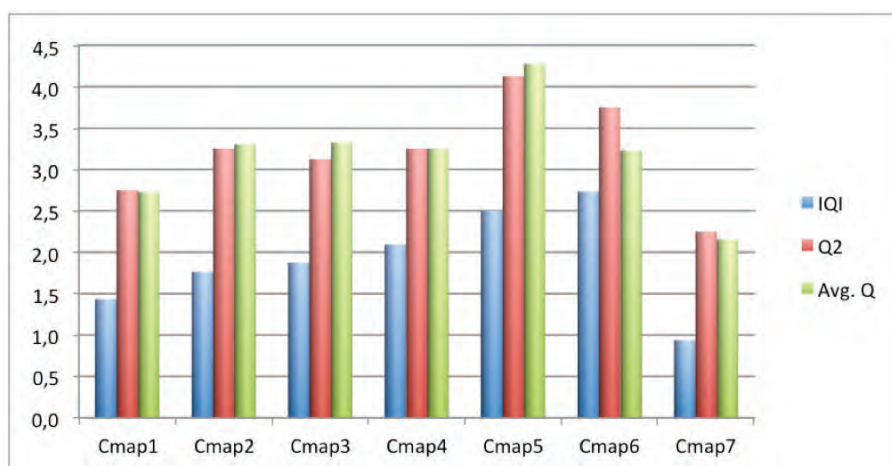


Figure 1. IQI and experts' ratings.

7 Conclusions

The study had as an aim to measure interdisciplinarity of concept maps with different methods and to compare the methods. The results showed that experts' ratings of the concept maps' interdisciplinarity correlated very highly with the Interdisciplinary Quality Index. Even if the overall correlation was very high, there are still some differences between IQI and expert ratings. It seems that the IQI takes the structure of the map (number of branch points) more into account than the experts do. The reason for that might be, that the experts were experts in subject, not in concept mapping.

The correctness of concept maps seems to have very high influence on both the experts' ratings and IQI (see table 2 and table 3, Q2). This is also understandable, because it is impossible to have high quality and interdisciplinary map without having high number of correct propositions.

This study used only seven maps and 8 experts to rate the maps. Still, the results are promising, and suggest we should carry out the similar study with more maps and more experts to verify the results.

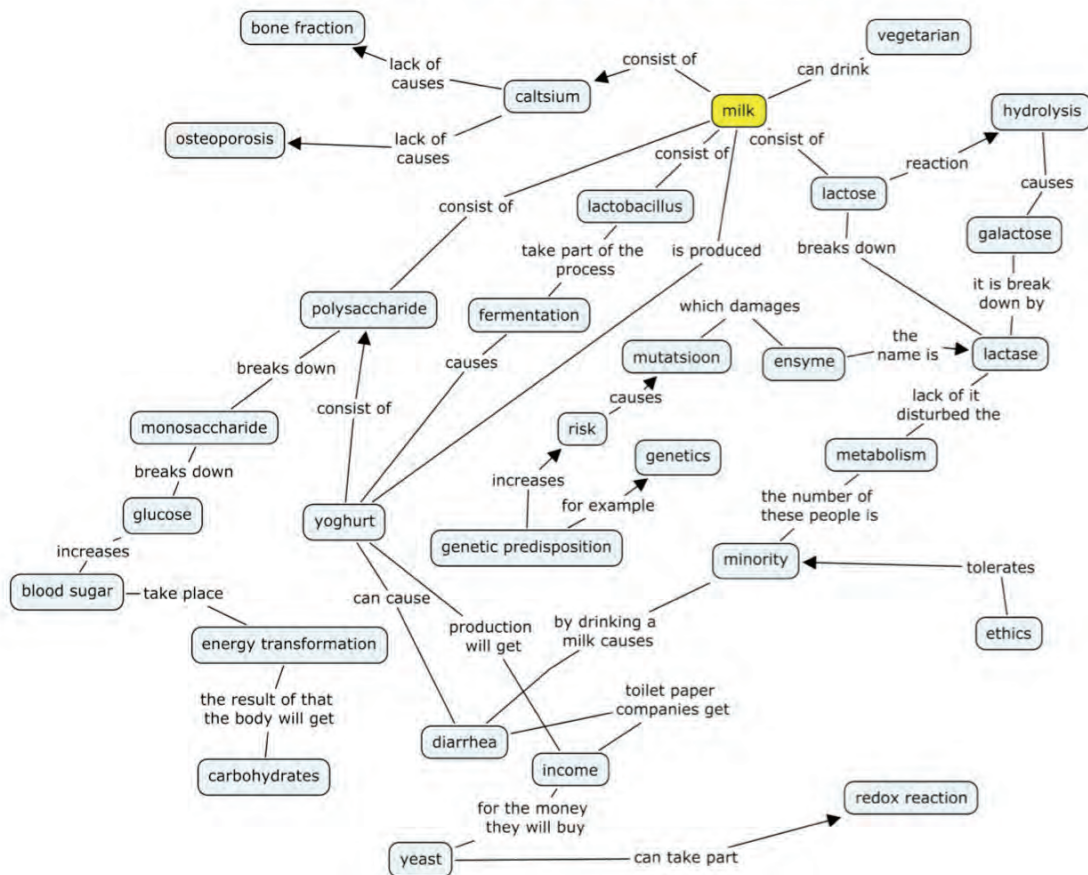
References

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries* (OECD Education Working Papers, No. 41). OECD Publishing.
- ASHE Higher Education Report. (2009). *Defining Interdisciplinarity*. 35(2), 11-30.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York. pp. 45-46; 107-110; 509-514.
- Barisonzi, J., & Thorn, M. (2003). Teaching Revolution: Issues in Interdisciplinary Education. *College Teaching*, 51(1), 5-8.

- Begg, M. D., & Vaughan, R. D. (2011). Are Biostatistics Students Prepared to Succeed in the Era of Interdisciplinary Science? (And How Will We Know?). *The American Statistician*, 65(2), 71-79.
- Borrego, M., Newswander, C. B., McNair, L. D., McGinnis, S., & Parette, M. C. (2009). Using Concept Maps to Assess Interdisciplinary Integration of Green Engineering Knowledge. *Advances In Engineering Education*, 1(3), 1-26.
- BouJaoude, S., & Attieh, M. (2003). The Effect of Using Concept Maps as Study Tools on Achievement in Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3).
- Cañas A. J., Novak J. D. & Reiska P., (2012), Freedom vs. Restriction of Content and Structure during Concept Mapping – Possibilities and Limitations for Construction and Assessment, In A. J. Cañas, J. D Novak, J. Vanhear (Eds). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping*, 2(1), 247–257. Valetta: University of Malta.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. D. (2016). Is My Concept Map Large Enough? In A. J. Cañas, P. Reiska, & J. D. Novak (Eds.), *Innovating with Concept Mapping. Proceedings of the Seventh International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Berlin: Springer.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing Higher-Order Thinking Skills with Concept Mapping: A Case of Pedagogic Frailty. *Knowledge Management & E-Learning*, 9(3), 348–365.
- Croasdell, D.T., Freeman L.A., Urbaczewski A. (2003). Concept Maps for Teaching and Assessment. *Communications of the Association for Information Systems*. 12, 396-405.
- Davis, J. R. (1995). *Interdisciplinary Courses and Team Teaching: New Arrangements for Learning*. Phoenix, AZ: American Council on Education, Oryx Press.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. Boston: D.C. Heath and Company.
- Field, M., and Stowe, D. (2002). Transforming Interdisciplinary Learning through Assessment. In C. Haynes (Ed.), *Innovations in Interdisciplinary Teaching* (pp. 256–274). Westport, CT: American Council on Education Oryx Press.
- Ghani I.B.A, Ibrahim N. H, Yahaya S.A, Surif J (2017) Enhancing Sudents' HOTS in Laboratory Educational Activity by Using Concept Maps as an Alternative Assessment Tool. *Chem Educ Res Pract* 18:849–874
- Haynes, C. (2002) 'Laying a Foundation for Interdisciplinary Teaching' In Haynes, C. (Ed) *Innovations in Interdisciplinary Teaching American Council on Education*, Oryx Press: West port. xi – xxii.
- Ingec, S. K. (2009). Analysing Concept Maps as an Assessment Tool in Teaching Physics and Comparison with the Achievement Tests. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1897-1915.
- Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G., and Primeau, R. (2002). Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes, *Innovative Higher Education*, V. 27, No. 2, pp 95-111.
- Kinchin, I.M. 2011. Visualising Knowledge Structures in Biology: Discipline, Curriculum and Student Understanding. *Journal of Biological Education*, 45-4, 183-189.
- Klaassen, R. G. (2018). Interdisciplinary Education: A Case Study. *European Journal of Engineering Education*.
- Lattuca, L., Voigt, L., & Fath, K. (2004). Does Interdisciplinarity Promote Learning? Theoretical Support and Researchable questions. *Review of Higher Education*, 28(1), 23–48.
- Liu, O. L., Lee, H. S., Hofstetter, C., & Linn, M. C. (2008). Assessing Knowledge Integration in Science: Construct, Measures, and Evidence. *Educational Assessment*, 13(1), 33–55.
- Lopez E., Kim J., Nandagopal K., Cardin N., Shavelson R. J. and Penn J. H., (2011), Validating the Use of Concept-Mapping as a Diagnostic Assessment Tool in Organic Chemistry: Implications for Teaching, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 12(2), 133–141.
- Mansilla, V. B., & Duraisingh, E.D. (2007). Targeted Assessment of Students' Interdisciplinary Work: An Empirically Grounded Framework Proposed. *The Journal of Higher Education*, 7 (2), 215-237.
- Mansilla, V. B. (2006). Interdisciplinary Work at the Frontier: An Empirical Examination of Expert Interdisciplinary Epistemologies. *Issues in Integrative Studies* 24: 1–31.

- Mueller, A., Juris, S. J., Willermet, C., Drake, E., Upadhaya, S., & Chhetri, P. (2014). Assessing Interdisciplinary Learning and Student Activism in a Water Issues Course. *Journal of The Scholarship Of Teaching And Learning*, 14(2), 111-132.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.) (2013). TIMSS 2015 Assessment Frameworks. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>
- Newell W.H. 2001. A Theory of Interdisciplinary Studies. *Issues in Integrative Studies* 19: 1–25.
- Newmann, F. M. (1988). Higher Order Thinking in the High School Curriculum. *NASSP Bulletin*, 72(508), 58–64.
- Novak J. D., (2010), Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations, *J. E-Learn. Knowl. Soc.*, 6, 21–30.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. *Information Visualization*, 5(3), 175-184.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- OECD. (2016). PISA 2015 results (Volume I): Excellence and Equity in Education. OECD Publishing, Paris. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Po-Han, W., Gwo-Jen, H., Milrad, M., Hui-Ru, K., & Yueh-Min, H. (2012). An Innovative Concept Map Approach for Improving Students' Learning Performance with an Instant Feedback Mechanism. *British Journal of Educational Technology*, 43(2), 217-232.
- Popova-Gonci, V., & Lamb, M. C. (2012). Assessment of Integrated Learning: Suggested Application of Concept Mapping to Prior Learning Assessment Practices. *Journal of Continuing Higher Education*, 60(3), 186-191.
- Reiska, P., Cañas, A. J., Novak, J. D., Miller, N. L. 2008. Concept Mapping as a Tool for Meaningful Learning and Assessment. In: *The Need for a Paradigm Shift in Science Education for Post-Soviet Societies* (Holbrook, J., Rannikmäe, M., Reiska, P., Ilsley P., Lang, P. eds) Germany.
- Reiska, P., Soika, K., & Cañas, A. J. (2018). Using Concept Mapping to Measure Changes in Interdisciplinary Learning during High School. *Knowledge Management & E-Learning*, 10(1), 1–24.
- Repko, A. (2007). Integrating Interdisciplinarity: How the Theories of Common Ground and Cognitive Interdisciplinarity Are Informing the Debate on Interdisciplinary Integration. *Issues in Integrative Studies* 3 (25): 1–31.
- Rimini, M., & Spiezia, V. (2016). Skills for a Digital World: Background Report, 2016 Ministerial Meeting on the Digital Economy. Paris: OECD.
- Ruiz-Primo, M. A. (2004). Examining Concept Maps as an Assessment Tool. In *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*, Vol. 1, Cañas, A. J, Novak, J. D., González, F. M., (Eds). Universidad Pública de Navarra, Spain, 555-563.
- Schaal, S., Bogner, F. X., & Girwidz, R. (2010). Concept Mapping Assessment of Media Assisted Learning in Interdisciplinary Science Education. *Research in Science Education*, 40(3), 339–352.
- Shen, J., Liu, O. L., & Sung, S. (2014). Designing Interdisciplinary Assessments in Sciences for College Students: An Example on Osmosis. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1773–1793.
- Stoddart, T., Abrams, R., Gasper, E., & Canaday, D. (2000). Concept Maps as Assessment in Science Inquiry Learning - a Report of Methodology. *International Journal of Science Education*, 22(12), 1221-1246.
- Tan, S., Erdimez, O., & Zimmerman, R. (2017). Concept Mapping as a Tool to Develop and Measure Students' Understanding in Science. *Acta Didactica Napocensia*, 10(2), 109-122.
- You H. S, Marshall J. A, Delgado C. (2018). Assessing Students' Disciplinary and Interdisciplinary Understanding of Global Carbon Cycling. *Journal of Research in Science Teaching*, 55, 377–398.

Milk – is it always healthy?



ITINERARIOS FLEXIBLES DE APRENDIZAJE (IFA) COMO PROPUESTA DE FLEXIBILIDAD Y AUTONOMÍA ESCOLAR. UNA EXPERIENCIA DESDE EL “PLAN DIGITAL ITAGÜÍ”

(FLEXIBLE LEARNING ITINERARIES (IFA), A PROPOSAL FOR SCHOOL FLEXIBILITY AND AUTONOMY. AN EXPERIENCE AT “PLAN DIGITAL ITAGÜÍ”)

*Olga Lucía Agudelo, Maria Del Rosario Atuesta & Lina María Echeverry
Universidad EAFIT & Universidad de Santander UDES, Colombia*

Abstract. The strategy of "Flexible learning itineraries based on concept maps" provides an innovative approach to help strengthen the autonomy and motivation for learning in adolescent students, while using digital technologies and new learning environments. This strategy was implemented through the laboratory of educational innovations implemented by EAFIT University with the support of IDRC. A group of eight teachers and 128 students of grades 8 and 9 grades benefited by the Plan Digital Itagüí participate in the learning process. The experience yielded qualitative information from students and teachers around eight categories that show benefits and achievements of the strategy.

Resumen. La estrategia de "Itinerarios flexibles de aprendizaje basados en mapas conceptuales" provee un enfoque innovador para contribuir al fortalecimiento de la autonomía y la motivación por el aprendizaje en estudiantes adolescentes, mientras utilizan las tecnologías digitales y nuevos escenarios de aprendizaje. Esa estrategia fue puesta en marcha a través del laboratorio de innovaciones educativas implementado por la Universidad EAFIT con el apoyo de IDRC, con un grupo de ocho profesores y estudiantes de grados 8° y 9° beneficiados por el Plan Digital de Itagüí. La experiencia arrojó información cualitativa de estudiantes y profesores en torno a ocho categorías que muestran beneficios y logros de la estrategia.

Keywords. Concept maps, itineraries, learning, flexibility

1 Introducción

Con la motivación que generan los retos planteados en un análisis de modelos educativos internacionales como los de Japón, Finlandia, Singapur, Estonia y Canadá, realizado por el equipo de investigación de la universidad EAFIT, los factores identificados en el reporte del Banco Mundial (2018) donde advierte sobre una crisis del aprendizaje y las “20 Claves Educativas para el 2020” que plantea la Fundación Telefónica (2013), se pretende llegar a las Instituciones Educativas con innovaciones pedagógicas que permitan avanzar por el camino de la calidad educativa, haciendo uso efectivo de las TIC. Es así como se proponen diversas estrategias orientadas a enfrentar los retos identificados y tratar de dar respuesta a preguntas como: ¿Qué actores y qué roles se requieren para transformar y dinamizar el proceso de aprendizaje? ¿qué escenarios para el aprendizaje, estrategias didácticas y pedagógicas necesitamos para desarrollar en los estudiantes la autonomía, la colaboración, la adaptabilidad ante los continuos cambios, el respeto a las diferencias, el uso apropiado de las tecnologías?

En la búsqueda de estrategias pedagógicas que integren la autonomía, el reconocimiento de la diversidad, la flexibilidad curricular, el uso transversal de las TIC (Tecnologías de información y comunicación) como herramientas de aprendizaje, el trabajo colaborativo y el rol protagónico del estudiante, o que pongan en evidencia algunas de estas características en el proceso de aprendizaje, se tomó la experiencia de los itinerarios flexibles con mapas conceptuales como escenario de aprendizaje para estudiantes entre los 15 y 16 años de edad, con el propósito de fortalecer su autonomía y motivación hacia el aprendizaje, partiendo de la promoción de reflexiones sobre sus proyectos de vida.

Los profesores y estudiantes participantes, pertenecen a instituciones educativas oficiales del municipio de Itagüí, en Colombia, beneficiadas por el Plan Digital Itagüí. Estas instituciones de acuerdo a sus contextos, modelo pedagógico, plan de mejoramiento institucional y necesidades e intereses de su comunidad, se inscriben para ser parte de las innovaciones que propone el laboratorio de la Universidad EAFIT. La experiencia que acá se presenta contó con la participación de las instituciones educativas Luis Carlos Galán, Ciudad Itagüí, Pedro Estrada y María Josefa, quienes respondieron al llamado para aplicar los Itinerarios Flexibles de Aprendizaje, que hicieron uso de la herramienta CmapTools (Cañas *et al.*, 2004) y del LMS Brightspace como articulador del escenario de aprendizaje.

2 Justificación

Los itinerarios de aprendizaje basados en mapas conceptuales son un diseño instruccional con rutas, opciones y recursos para apoyar el desarrollo de una competencia o un saber, aportando un entorno de aprendizaje que posibilita una secuencia no lineal de actividades y facilita el acceso a objetos de aprendizaje que apoyan la construcción de conocimientos. Estos itinerarios son definidos por Cañas y Novak (2010) como una aplicación de los mapas conceptuales que, en lugar de explicar un tema a través de proposiciones, orientan el proceso para adquirir conocimiento, ocupándose del ‘cómo’ en lugar del ‘qué’. Los itinerarios flexibles combinan varias de las características deseables en las estrategias pedagógicas que se plantean desde los estudios citados.

Los Itinerarios flexibles de aprendizaje conciben dentro de sus principios (Figura 1): la autonomía en el aprendizaje, la flexibilidad y la colaboración, la caracterización de los elementos, el rol protagónico de los estudiantes, el uso de las TIC, todos estos aspectos coinciden en que pueden aportar respuestas en las preguntas planteadas. (Salinas & Agudelo, 2016)



Figura 1. Principios de los Itinerarios flexibles de aprendizaje. (Agudelo y Salinas, 2017)

Alineados con los estudios que dieron pie a esta experiencia, y buscando impactar en los procesos de aprendizaje, se organiza una propuesta de formación docente, como acción del Plan Digital Itagüí (2017), que además de implementar la estrategia de Itinerarios Flexibles de aprendizaje, ofrece un proceso de formación con sus docentes, de manera que en las instituciones se deje capacidad instalada no sólo para la implementación, sino para su diseño.

3 Propuesta de Intervención

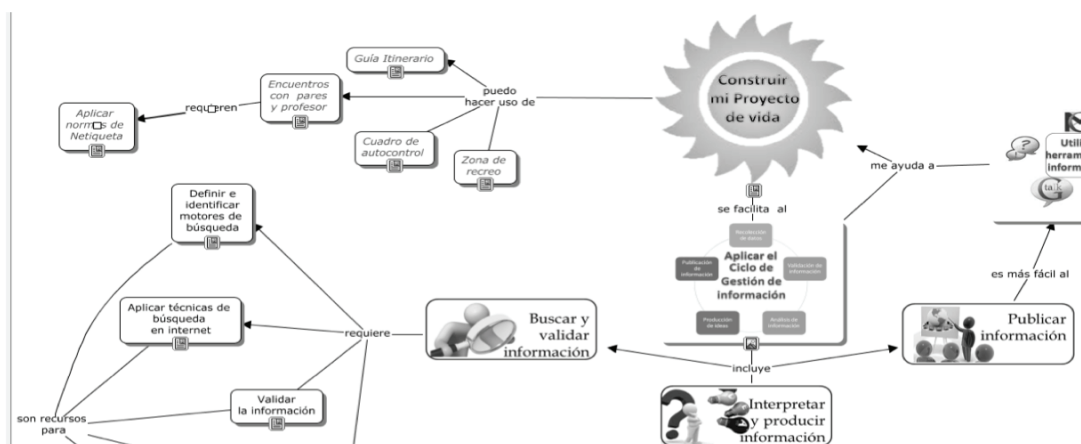


Figura 2: Fragmento del Itinerario Proyecto de vida. Agudelo & Salinas 2017

En la intervención participan cuatro instituciones educativas del municipio de Itagüí: Ciudad Itagüí, Luis Carlos Galán, María Josefa y Pedro Estrada, cada una de ellas con dos docentes de las áreas de tecnología e informática y Lengua Castellana. El Itinerario (Figura 2) que se desarrolla durante la intervención propone abordar las siguientes

competencias con estudiantes de los grados octavo o noveno: autonomía en el aprendizaje, gestión de la información - búsqueda, análisis, clasificación y producción de información-, que llevan a la construcción del proyecto de vida. El itinerario se implementa en Cmap Cloud, y se incorpora en el entorno virtual –LMS- Brightspace facilitado por D2L al Plan Digital Itagüí. Cada estudiante tiene un acceso a la plataforma y se acompaña a los docentes en su cambio de rol.

4 Aproximación Metodológica

La intervención se organizó en cinco etapas: preparación, formación, implementación en aula, seguimiento, cierre y evaluación.

4.1 Etapa de Preparación

Teniendo en cuenta que el proceso se desarrolla de forma b-learning, en la etapa de preparación se realizan acciones orientadas a la definición de objetivos, la organización de la plataforma tecnológica, selección y sensibilización de población a impactar, planeación de agendas comunes para talleres presenciales y decisión del periodo académico en que se aplica el itinerario. El espacio diseñado para los docentes (Figura 3) permite desarrollar el proceso de formación y acceder a los recursos necesarios para el proyecto. Además, cuenta con herramientas para asesoría, seguimiento y evaluación en el proceso de implementación.

Los contenidos se estructuraron en cinco módulos, donde los tres primeros corresponden al trabajo de dos sesiones de formación docente y una mesa de trabajo para la reflexión metodológica del escenario de aprendizaje; además, contienen los recursos necesarios tanto para el trabajo presencial como virtual. El cuarto módulo tiene los espacios y servicios para acompañar y asesorar a los docentes en el proceso de implementación y el quinto módulo apoya el cierre de la intervención. La figura 3 muestra el entorno virtual de apoyo al docente.



Figura 3- Página inicial del espacio virtual para el docente- Fuente: <https://citylabdigital.brightspace.com/d2l/home/7123>

4.1.1 Objetivos

Es importante resaltar lo que se busca con la iniciativa de itinerarios de aprendizaje flexible y más específicamente con su incorporación como iniciativa innovadora en el Plan Digital Itagüí:

Objetivo General: Experimentar nuevas estrategias de aula en ambientes de aprendizaje apoyados en TIC, orientados al desarrollo del aprendizaje autónomo.

Con la iniciativa se intenta dar respuesta a las siguientes hipótesis con los estudiantes:

- La metodología /estrategia de itinerarios flexibles para el aprendizaje, desarrolla autonomía para el aprendizaje en estudiantes de educación básica y media.
- La metodología /estrategia de itinerarios flexibles para el aprendizaje, incrementa la satisfacción de aprendizaje en los estudiantes que lo aplican.

Y para los docentes:

- Incorporar los itinerarios flexibles en la práctica educativa del docente, incrementa sus habilidades para el uso de TIC, satisfacción con su labor y la creatividad para la orientación del aprendizaje de sus estudiantes.
- Acompañar a los docentes para Incorporar los itinerarios flexibles en la práctica educativa, reduce las barreras y miedos para innovar en las prácticas educativas

4.1.2 Muestra

En el proceso se contó con la participación de las instituciones educativas Luis Carlos Galán, Ciudad Itagüí, Pedro Estrada y María Josefa del municipio de Itagüí, que disponen de acceso a la infraestructura TI institucional y cuentan con el apoyo de los directivos para implementar cambios en la organización de los ambientes de aprendizaje, cuentan con docentes de áreas disciplinares Español y tecnología con manejo medio de herramientas informáticas e internet, con acceso a infraestructura TI desde sus hogares e instituciones, vinculados a los grupos escolares a intervenir y estudiantes de los grados 8º y 9º con acceso a dispositivos tecnológicos conectados a Internet de las instituciones seleccionadas. En resumen:

Número de Instituciones Educativas: 4 Instituciones, una de ellas con Sede y sección.

Número de docentes: 8 docentes

Grupos de estudiantes: 5 grupos de estudiantes de los grados 8º y 9º- 128 estudiantes en total, de los cuales el 50% son hombres y 50% son mujeres, con edades oscilan entre los 13 y los 16 años. El 11% son repitentes de grado.

4.1.3 Etapa de Formación

La formación busca que el docente adquiera conocimientos básicos sobre el trabajo con itinerarios (Figura 4), sus características, el rol que debe asumir y los principios de la implementación (Agudelo, 2017). Se desarrollan dos talleres presenciales, que cuentan con apoyo virtual mediante un itinerario flexible. En esta etapa se establece un encuentro de revisión y contextualización del itinerario a aplicar con estudiantes, se seleccionan los participantes según condiciones del contexto y se definen las condiciones para la intervención de la práctica educativa.

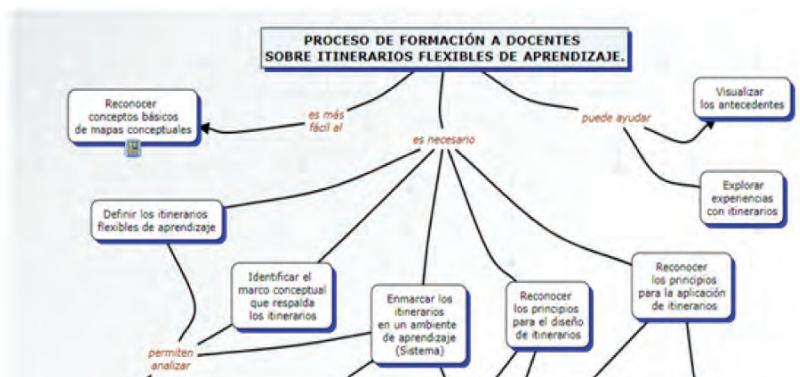


Figura 4: Formación a docentes en Itinerario flexibles de aprendizaje- Fragmento- (Agudelo & Salinas 2017)

4.2 Etapa de Implementación en el Aula

Esta etapa de intervención tiene una duración aproximada de 8 semanas correspondientes a un período académico escolar. Una vez adaptado el itinerario por el docente según condiciones y contexto de la población, el docente debe gestionar los elementos del ambiente de aprendizaje que rodean su implementación (recursos físicos, tecnológicos, logísticos y agendas).

El trabajo de campo con los estudiantes en cada uno de los grupos, consiste en entregar a cada estudiante sus credenciales para acceder al itinerario flexible bajo las condiciones ya definidas por el docente y que le llevará a reflexionar sobre su proyecto de vida. Al iniciar el proceso con los estudiantes se realiza una encuesta en los grados seleccionados (octavo o noveno) de las cuatro instituciones, con el fin de caracterizar la población participante.

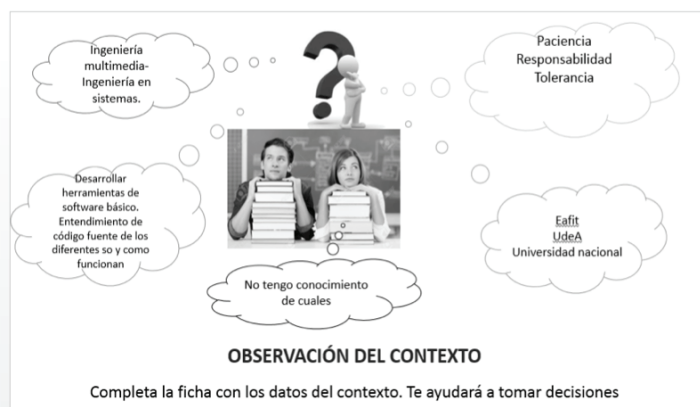


Figura 5: Producto de estudiante – Estudiantes de Instituciones educativas oficiales del municipio de Itagüí – 2017.

En el entorno virtual desde donde accede a los itinerarios, se dispusieron cinco espacios para apoyar la implementación en el aula, el desarrollo de las competencias propuestas y que permiten convertirlo en un ambiente personal de aprendizaje:

- **Interactúo:** tiene el propósito de permitir a los estudiantes y docentes de cada Institución comunicación directa, a través de chat y foros.
- **Me informo y consulto:** se encuentran todos los recursos del itinerario recomendados para el desarrollo de las competencias: construcción de proyecto de vida, gestión de la información y uso de las TIC.
- **Produzco y reflexiono:** contiene los blogs creados por cada estudiante en dónde se puede visualizar el avance de los productos propuestos en el itinerario y posibilita que entre compañeros comenten sus trabajos.
- **Me evalúo:** se encuentran criterios de autoevaluación, cuadro de autocontrol y rúbrica.
- **Zona de recreo:** el estudiante encuentra diferentes recursos didácticos que le ayuda a fortalecer las competencias propuestas.

4.3 Etapa de Seguimiento

Durante la etapa de implementación se realiza seguimiento tanto virtual como presencial a los profesores, para resolver inquietudes sobre la plataforma tecnológica, la metodología del proceso y los productos a realizar. El espacio virtual de trabajo que se implementó en la plataforma Brightspace-D2L¹, permite que cada estudiante siga su propia ruta de itinerario y hacer un seguimiento continuo al contenido consultado por el estudiante y a los ingresos de sesión por institución educativa.

4.4 Etapa de Cierre y Evaluación

Una vez finalizada la implementación del itinerario, se realiza el análisis de todos los datos recolectados y la triangulación de los mismos para los casos de aplicación. Esta fase busca resultados cualitativos y cuantitativos, a la luz de los indicadores de desempeño establecidos para estudiantes y los aportes para la validación de la iniciativa.

¹ La plataforma Brightspace fue facilitada por D2L Corporation para complementar los servicios de formación que ofrece el laboratorio de ciudad CityLab de Itagüí, en el marco del proyecto de investigación “Digital CityLab” del Plan Digital Itagüí (<https://citylabdigital.brightspace.com>)

5 Resultados

Para obtener datos de tipo cualitativo, se obtuvo información de la encuesta inicial a los estudiantes y docentes, las fichas de observación de los docentes, de la evaluación en los foros que realizaron los estudiantes y se trabajó con un ‘focus group’ compuesta por representantes de los estudiantes de cada institución y sus docentes, en el cual se aplicó un instrumento de recolección de información y cuyo resumen se presenta en la Tabla 1.

Respecto al uso del computador en casa para actividades de aprendizaje y académicas, el 42% refiere que lo usa entre dos y cuatro horas, y un 38 % lo usa menos de una hora al día. En cuanto a las actividades que más les gusta desarrollar en clase para apoyar el proceso de aprendizaje son: videos, juegos y en menor proporción las explicaciones del profesor, y no les gustan las lecturas. En preguntas más específicas sobre el itinerario que se desarrolla, se preguntó si ha trabajado sobre su proyecto de vida, y un 47% dice haber trabajado en ello, frente a un 10% que no lo han trabajado o no saben qué es. El tipo de contacto que han tenido con mapas conceptuales es muy representativo (78,5%), pero aún hay estudiantes que no han trabajado en ninguno de los dos procesos.

La implementación finalizó satisfactoria y completamente en dos instituciones, mientras en otras dos continua su ejecución lentamente, por motivos de cambio de docente, agendas institucionales, o por dificultades relacionadas con el diseño curricular. 78 estudiantes utilizaron el itinerario propuesto, desarrollando productos como: Blog, wiki o página web en la que incluyeron videos respondiendo a la pregunta ¿Quién soy yo? después de buscar y analizar información sobre su proyecto de vida y perfiles profesionales. También desarrollaron presentaciones sobre las universidades, las entidades que los pueden apoyar, los perfiles ocupacionales, el currículo relacionado a la carrera elegida, las habilidades requeridas para la profesión, y finalmente establecen sus propios retos y plan de acción para lograr sus metas (Figura 5).

Los estudiantes en general ingresaron a actividades específicas como el foro en el módulo Interactúo, a algunos recursos de ‘me informo y consulto’ como videos, documentos, imágenes, a las guías de los entregables en “produzco y reflexiono” y al espacio de “me evalúo” para diligenciar un test de perfil profesional. No ingresaron a todos los juegos de la “zona de recreo.”

Respecto al registro por parte de docentes y estudiantes en relación con las ocho categorías para reportar apreciaciones, la tabla 1 recoge los aspectos comunes que destacaron de la implementación de los Itinerarios Flexibles para motivar la construcción de proyectos de vida por parte de los estudiantes, y de competencias y habilidades observadas por los docentes.

Ítem	Consolidado a partir del registro de estudiantes	Consolidado del registro de docentes
Desarrollo de competencias	Proyecto de vida: Logro de la competencia, no se limitaron a lo que decía el IFA. Preguntas y actividades muy interesantes. Tecnológicas: realización de actividades de blog, videos, trabajo en plataforma (dificultad para ingresos) Gestión de la información se cumplió. No es muy consciente de cada una de las competencias.	Se evidenciaron comportamientos éticos, habilidades tecnológicas y comunicativas. Los estudiantes estuvieron muy participativos. Se asocia la observación a competencias: Comunicativas. Tecnológicas. Ciudadanas.
Metodología	El diseño del itinerario está muy interesante, nos llevó a buscar y gestionar información, concientizar, entretenidos, las flechas dan orientación. -muy fácil de entender, no requiere explicación. Paso a paso por el profesor.	Los estudiantes pudieron trabajar de manera autónoma, lo cual les agradó mucho. A los estudiantes les llamó mucho la atención por el trabajo libre que iban haciendo.

Ítem	Consolidado a partir del registro de estudiantes	Consolidado del registro de docentes
Rol del docente	<ul style="list-style-type: none"> - Guía. - Apoyo. - No es necesaria la presencia del profesor. - No se requería explicación. - Daba aportes. - Los sintieron más cercanos. 	Observación y acompañamiento.
Rol de estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración en las actividades. - Mucha responsabilidad. - Se notaba la alegría y motivación. - Se busca apoyo en los que iban más adelante. - Se puede adelantar cada uno por su cuenta. 	Reflexivo y dinámico. Participativo, colaborador y a veces disperso. Se muestran interesados y motivados por el trabajo, se hizo de forma libre y espontánea. Algunos compartieron sus experiencias.
Interacciones	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajaron colaborativamente con los pares. - interacción total con el IFA-visualización completa de las actividades. - A los padres se les vinculó y les gustó mucho. 	Constantemente entre pares. Las relaciones entre estudiantes ayudaron a desarrollar las actividades de forma solidaria.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - La casa. - WhatsApp. - Sala sistemas. - Problemas con la plataforma. 	Computador. Celular. Tabletas. Otros para desarrollar itinerarios flexibles.
Seguimiento/Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidad. - Mejor manejo de las ausencias. - se reía el profesor, más relajado. - Se brinda la oportunidad de que el profe atienda a cada estudiante porque hay más tiempo. 	<p>Periódicamente se hicieron revisiones en la plataforma y los estudiantes cumplieron con lo propuesto.</p> <p>El apoyo siempre fue constante y activo, la plataforma permite de forma amigable, acercarse para encontrar la información</p>
Para destacar	<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto de vida, un auto reconocimiento. - Interacción con la aplicación. - La motivación y la claridad de lo que se tenía que hacer. - Producto – padres. - Compromiso de los estudiantes. - Aprendizaje autónomo. - La tecnología se hace invisible. 	<p>El compromiso de los estudiantes.</p> <p>Dificultades con la de autenticación en plataforma.</p> <p>En muchas ocasiones la plataforma no recibía usuarios y contraseñas.</p>

Tabla 1. Consolidado de los registros de estudiantes y docentes participantes de la implementación del itinerario flexible sobre Proyecto de vida”.

Otros resultados obtenidos después de la implementación son:

- Formación de 8 docentes para la implementación de itinerarios flexibles en sus prácticas de aula.
- 128 estudiantes impactados con la implementación del itinerario.
- Espacio virtual en donde se integraron la plataforma <https://citylabdigital.brightspace.com/d2l/home/7124> con Cmap Cloud, para la formación e implementación del itinerario por parte de estudiantes, evidenciar interacción y colaboración, además de los productos publicados.
- Diseño de un ambiente virtual de aprendizaje para el desarrollo de los itinerarios
- Desarrollo de tres competencias integrando las áreas de tecnología e informática, emprendimiento y español.
- Trabajo colaborativo entre los docentes evidenciado en el itinerario contextualizado
- Trabajo colaborativo entre los estudiantes, evidenciado en el aula, el trabajo virtual y en la asesoría generada entre pares, elección de ruta, manejo de ritmos de aprendizaje.

- Flexibilidad del proceso representado en: diferentes ritmos de trabajo, diferentes actividades desarrolladas, las opciones y elecciones en la implementación.
- El aprendizaje autónomo se evidencia en la responsabilidad frente al proceso de aprendizaje, el autocontrol, la toma de decisiones, el uso que hacen de la flexibilidad que les da el proceso y los roles que asumen en él.
- Validación del proceso de implementación y de la formación.

6 Conclusiones

Después de la ejecución de las etapas mencionadas se observó que el rol del maestro fue de orientador y de apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes; en un primer momento, se establece la metodología de trabajo y luego el estudiante de manera autónoma y variada entre ellos recorren el itinerario de aprendizaje, revisan recursos y elaboran productos; demostrando motivación por el conocimiento y el aprendizaje.

Los maestros demuestran dominio en conceptos curriculares, estrategias metodológicas y mapas conceptuales y manifiestan interés en participar en la formación en diseño de sus propios itinerarios; teniendo en cuenta el plan de estudios y lineamientos curriculares.

La responsabilidad y autonomía en el desarrollo de las actividades, a las que el estudiante accedió a través de una plataforma virtual que incluía instrucciones, fue monitoreada con el número de ingresos a plataforma en cada mes, con un total de 759 ingresos. El más común es el ingreso de más de 2 horas con 392 ingresos seguido por el de más de 3 horas con 261 ingresos, luego tenemos los ingresos de más de 4 horas con 61, el de más de 5 horas con 27 ingresos, luego el de más de 2 horas con 11, más de 7 con 4 ingresos y más de 8 horas con 1 ingreso, finalmente el de más de 10 horas con 2 ingresos. Esto refleja que los estudiantes permanecen en plataforma un promedio de 3 o 4 horas; finalmente se evidencia que el 52% de los estudiantes ingresan más de 2 horas. Es de destacar que el 82.2% de los estudiantes de la I.E Luis Galán ingresaron a revisar todos los contenidos del Itinerario flexible.

Las interacciones que se generan entre maestro- estudiante y estudiante – estudiante son de colaboración y de transferencia de conocimiento. La implementación de la iniciativa “Itinerarios Flexibles de aprendizaje basados en mapas conceptuales” demostró que el proceso de enseñanza se centra en el estudiante, donde él es el protagonista, aplica los conocimientos aprendidos, teniendo un rol activo.

El itinerario trabajado generó mucha motivación en los estudiantes, por la relación directa con su propia vida. El proyecto de vida logró invisibilizar la tecnología y la gestión de la información, como competencias que también se trabajaron, aunque sí hay conciencia en estudiantes y docentes frente a los logros alcanzados en las dos últimas. Los estudiantes demuestran interés por el tipo de metodología que se implementó, para ellos es novedosa y se motivan en la elaboración de los productos.

El trabajo con itinerarios flexibles, en palabras de los participantes, docentes y estudiantes, está muy bien estructurado, facilita el aprendizaje, permite flexibilidad en el proceso y estimula los procesos de autonomía. Hay un cambio significativo en varios elementos que conforman el ambiente de aprendizaje: el rol del docente, el rol del estudiante, las interacciones que se generan, la organización de los espacios y tiempos.

7 Proyección

La participación de los estudiantes en los espacios virtuales deja gran cantidad de información personal que es pertinente que sea analizada por los docentes y de ser el caso, generar intervenciones con profesionales que puedan apoyar a los jóvenes.

Se generan compromisos en las instituciones que no terminaron la implementación de los itinerarios para trabajar con los estudiantes en el transcurso del año.

Los docentes participantes en el proceso desean formarse y diseñar sus propios itinerarios, junto con otros docentes en las instituciones participantes que están interesados en conocer más sobre la estrategia y por lo tanto

desean participar en un proceso de formación. El diseño de itinerarios enfocados en otras competencias, permitirá evaluar el grado de motivación que se genera cuando el contenido no está tan relacionado con su vida personal.

Referencias

- Agudelo, O. L. (2017). Diseño de Experiencias de Aprendizaje Mediante Itinerarios Flexibles basados en Mapas Conceptuales. Tesis Doctoral, UIB, España. DOI- 10.13140/RG.2.2.23850.00963
- Banco Mundial. (2018). Informe sobre el Desarrollo Mundial 2018: Aprender para hacer Realidad la Promesa de la Educación, Cuadernillo del “Panorama General”. Washington DC.
- Fundación Telefónica. (2013). 20 Claves Educativas para el 2020. ¿Cómo Debería ser la Educación el Siglo XXI? Encuentro internacional de Educación. Recuperado de https://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/257/ (22/08/2017).
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A.J., Novak, J. D. (2010). Itineraries: Capturing Instructors’ Experience using Concept Maps as Learning Object Organizers. In J. Sánchez, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Plan Digital TESO (2017). Alcaldía de Itagüí. Transformando la educación para Crear sueños y oportunidades, Cartilla, Alcaldía de Itagüí/Universidad EAFIT.
- Salinas, J. y Agudelo O. (2016). Itinerarios Flexibles de Aprendizaje y Mapas Conceptuales: un Abanico de Posibilidades para todos los Niveles Educativos. In A. J. Cañas, P. Reiska, J. D. Novak (Eds), *Innovating with Concept Mapping*. Proc. Of the Seventh Int. Conference on Concept Mapping (Vol 2), Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Salinas, J. & Agudelo, O. (2017). La Flexibilidad y Autonomía en los Itinerarios de Aprendizaje, una cCuestión de Principios. En Silva, J. (Ed), *EDUcación y TECnología: una Mirada desde la Investigación e Innovación-EDUTEC*, Santiago de Chile, Chile.

LEARNING OBJECTIVES FOR CONCEPT MAPPING BASED ON THE COMPLETE BLOOM'S TAXONOMY TO PROMOTE MEANINGFUL LEARNING

James Gorman
Nipmuc Regional High School, Upton, Massachusetts, United States
Email: jgorman@mursd.org

Abstract. Bloom's Taxonomy is important to instructional design. Bloom's cognitive domain is relied upon by educators to craft learning objectives that drive content and activity selection for the classroom. Educators strive to engage their students in higher-order thinking skills and concept mapping has been demonstrated to be a good tool to engage a student in higher-order thinking skills as well as promoting meaningful learning. However, all too frequently, educators have students complete "fill in the blank" concept maps that can be graded as correct or incorrect. This task encourages rote learning rather than promoting critical thinking skill and meaningful learning. This paper will review the complete Bloom's Taxonomy and suggest learning objectives for concept mapping that would significantly increase the likelihood of students being more fully engaged while creating an environment where meaningful learning can occur. The author concludes by examining how two common concept mapping activities engage different levels of learning and predicts their effectiveness toward creating a meaningful learning experience.

Keywords. concept map, meaningful learning, learning objective, instructional design, Bloom's Taxonomy, cognitive domain, interpersonal domain, psychomotor domain, perceptual domain, affective domain

1 Introduction

Classroom teachers are expected to be cognizant of Bloom's Taxonomy when they are creating or revising curriculum and assessments (instructional design). Few recognize Bloom's Taxonomy is more than the cognitive domain so this paper will seek to apply all the learning domains to concept mapping. It is all an attempt to make education measurable and meaningful. David Ausubel (1978) defines the process of "meaningful learning" as actively linking new learning to their prior knowledge. Meaningful learning contrasts with rote learning, in which learners memorize arbitrary concepts, do not link them to prior understanding, and consequently, do not store them in long-term memory nor have access to them for future problem-solving and decision-making. Joseph Novak (1998) stipulates that meaningful learning requires:

- 1) the learner to possess relevant prior knowledge in order to successfully acquire new knowledge
- 2) concepts to be presented in a manner that the learner finds them meaningful
- 3) the learner to choose to learn.

Meaningful learning tends to organize concepts in a hierarchical fashion which enables long-term retention and application of those concepts. Two key characteristics of meaningful learning that will be focused on in this paper are *progressive differentiation* and *integrative reconciliation*. Progressive differentiation occurs when the learner adds subordinate (more specific) concepts to a superordinate (more general) concept. However, integrative reconciliation occurs when a learner restructures their conceptual understanding under a new overarching concept.

Conceptual maps are visual representations of knowledge that clarify relationships among multiple concepts and are commonly employed in classrooms. A concept map (cmap) is a special type of conceptual organizer originally designed for science education research about learner's thinking process and is a visual representation of meaningful learning.

This paper seeks to provide specific and measurable learning objectives for concept mapping based on the complete Bloom's Taxonomy (cognitive, interpersonal, affective, psychomotor, and perceptual domains). It will be shown that concept mapping can reach the entire cognitive domain and all the other domains.

2 Bloom's Taxonomy of Learning Domains

In the 1950s, Benjamin Bloom and his colleagues developed a framework for understanding and communicating about learning objectives and it has come to be known as Bloom's Taxonomy (Bloom, et. al., 1956). Their taxonomy is composed of two dimensions: domain and level. A domain is a realm of human experience in which learning can occur. These include the cognitive, psychomotor, affective, interpersonal, and perceptual domains.

This paper will elaborate on how concept mapping can touch upon each of these domains to achieve meaningful learning. Each of these domains is composed of levels which detail the level of learning. The levels are arranged in a hierarchical order where the learner is meant to progress from the most simple to complex with prerequisite skills/knowledge at the base of the hierarchy. Therefore, Bloom's Taxonomy is well suited to aid in meaningful learning. This paper will now briefly describe each domain and attempt to demonstrate how concept mapping can be employed to satisfy many of Bloom's Taxonomy.

2.1 Cognitive Domain

Bloom's Taxonomy has provided a common language for educators which has aided in collaboration to develop and select learning content, activities, discussion questions, assignments, and assessments. However, in 2001, Anderson and Krathwohl published an updated version of Bloom's Taxonomy which focused on the cognitive domain. Their aim was to change the original focus from static learning objectives to a dynamic classification system which employs action words to describe the cognitive processes utilized by the learner. This updated classification system is known as the Revised Bloom's Taxonomy and will be the taxonomy this paper will utilize. The cognitive domain is focused on intellectual abilities from concrete operations like recognition of facts to abstract skills like producing new or original work. Another one of Anderson and Krathwohl's innovations was to break the cognitive domain into two dimensions: process and knowledge. The cognitive process dimension consists of the following levels listed from lowest to highest: remember, understand, apply, analyze, evaluate, and create. Each of these will be considered below. The second dimension of the cognitive domain is knowledge which is concerned with the types of knowledge or "ways of knowing." These include the following which are listed from the most concrete to abstract:

- Factual: Factual knowledge is declarative knowledge which is generally accepted as fact that can be learned by rote like terminology and specific details. These make up the basic elements of a topic.
- Conceptual: Conceptual knowledge is explanatory and summarizes major ideas and their parts. It can include knowledge of classifications and categories, principles and generalizations, as well as knowledge of theories, models, and structures.
- Procedural: Procedural knowledge is concerned how to do a task including knowledge of subject-specific skills and algorithms, of subject-specific techniques and methods, and knowledge of criteria for determining when to use appropriate procedures.
- Metacognitive: Metacognitive knowledge is concerned with the awareness of one's thought processes. This includes strategic knowledge, knowledge about cognitive tasks, and self-knowledge.

Each of these levels of the cognitive knowledge dimension will be incorporated into the discussion on the cognitive processes levels below which are summarized in table 1.

2.1.1 Remember

Remembering is the most fundamental cognitive process skill because it involves using recognition or recall to retrieve knowledge from long-term memory. Concept maps are a graphical display of a person's knowledge. Therefore, concept mapping inherently must involve the whole spectrum of the knowledge dimension.

- Factual: On the factual level (the most concrete level), concept mappers are asked to define a concept and list concepts that are related to the focus question. A practice often employed when using concept mapping is called a parking lot, a list of concepts that are to be developed into a concept map. An appropriate concept mapping learning objective would be "Students will be able to list relevant concepts related to a focus question." Another learning objective would be "Students will be able to define a particular concept."
- Conceptual: Moving up to the conceptual level of knowledge dimension, the concept mapper now uses their explanatory or summarizing ability. The learner needs to review a cmap to recognize the knowledge already present and reflect upon what still needs to be added so that the cmap is a complete expression of their understanding. A concept mapping learning objective would be "Students will be able to recognize what is already represented in the cmap and what might be useful to more fully address the focus question."
- Procedural: It is not enough to have learners to just observe cmaps. The true value of a concept is only unlocked when the learner actively constructs his own. During the process of constructing a cmap, the concept mapper must recall how to construct a cmap to graphically display their knowledge. Therefore,

students need to know the steps involved in building a cmap. An appropriate concept mapping learning objective would be “Students will be able to recall how to construct a cmap.”

- Metacognitive: For a concept map to be valuable to the learner, he/she has to value cmaps as a way to retain information. An appropriate concept mapping learning objective would be “Students will be able to identify cmaps as a way to retain knowledge and express their understanding to others.”

2.1.2 Understand

For a learner to demonstrate an understanding of a concept he/she must make sense out of knowledge or explain a particular. Some action words that carry a connotation of understanding are restating, interpreting, summarizing, paraphrasing, or translating knowledge. Examples of a learner demonstrating understanding are having them find the main idea of a text, summarize a text, or explaining the trends and their significance.

- Factual: On the factual knowledge level, understanding can be applied to be seen in concept mapping when a learner generalizes from a perceived reality or labels a concept. An appropriate concept mapping learning objective would be “Students will be able to generalize from a perceived regularity to label a concept.”
- Conceptual: On the conceptual level, a typical concept mapping task that would apply is to arrange concepts in classes or categories according to shared qualities or characteristics. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to classify concepts into appropriate groupings.”
- Procedural: Understanding requires the learner to not just recall or state the steps to build a cmap as they did on the knowledge level, but it requires him/her to paraphrase or summarize the steps. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to summarize the steps to construct a cmap.”
- Metacognitive: Understanding, as applied to concept mapping, could involve the reader of a cmap to make a prediction. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to make a prediction based on cmap.”

2.1.3 Apply

Apply is the highest level of the lower-order thinking skills which are characterized as having correct or incorrect answers. This cognitive processing skill level requires a learner to carry out or use a procedure in a given situation. For example, a learner can select, transfer, and use data and principles to complete a problem or task with a minimum of direction.

- Factual: Educators who provide their students with cmaps as graphic organizers could use these cmaps as a means for the student to answer simple questions about the topic at hand. An appropriate learning objective would be “Students will be able to respond to questions relying on a concept map.”
- Conceptual: In the classroom, it is common for concept mappers to work together on a cmap or review each other’s cmaps. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to provide advice to another concept mapper.”
- Procedural: As a learner constructs a cmap there are certain rules he/she needs to follow which include all 1) concepts go in circles and 2) linking phrases go on lines. Some concept mapping tasks provide students with a list of concepts and linking phrases for them to use. Other times the concept mapper could have generated a list of propositional phrases which they need to circle the concepts and underline the linking words. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to apply the appropriate rules to a set of propositional phrases.”
- Metacognitive: On the metacognitive level of the apply level, the learner could choose concepts from a text and choose explicit linking phrase to express the relationship between two concepts. Additionally, the learner could be asked to decide whether a particular cmap appropriately addresses the focus question. Some concept mapping learning objectives would be “Students will be able to choose concepts from a text and linking phrases” and “Students will be able to decide whether the cmap is helpful.”

2.1.4 Analyze

The analyze level of Bloom's Taxonomy is the lowest level of the higher-order thinking skills. These higher-order thinking skills require the learner to self-generated reasoning, critical thinking, problem solving, and creative thinking (Barak & Dori, 2009; Brookhart, 2010). Mizraie *et al.* (2008) employed concept mapping with their students and determined these higher-order thinking skills are characteristic of meaningful learning.

- **Factual:** Analyzing involves the breaking down of information into parts and finding the evidence to support any generalizations they are making. A key skill for concept mappers to do is break a text up into propositional phrases which are short statements that composed of two concepts and linking words to relate them. These propositional phrases are the backbone to any concept map. A concept mapping learning objective would be "Students will be able to outline a text into a series of propositional phrases". Another learning objective could be "Students will be able to break down a concept into propositional phrases."
- **Conceptual:** One of the key characteristics of Ausubel's meaningful learning is progressive differentiation, adding more specific concepts beneath a more general concept. Since this involves defining or elaborating on the relationship between concepts it clearly fits the conceptual level of the knowledge dimension. An appropriate concept mapping learning objective would be "Students will be able to progressively differentiate between concepts."
- **Procedural:** Another key skill for concept mappers is to be able to take a draft of a cmap and organize it into a visually pleasing and clear graphical display of the learner's knowledge. Therefore, an appropriate learning objective would be "Students will be able to organize a cmap to be aesthetically pleasing."
- **Metacognitive:** Cmaps will clearly display certain structural features like spokes, chains, networks, and cycles (Kinchin *et al.*, 2000) which are indicative of the learner's understanding. The learner can also determine their depth of learning by comparing their present cmap to their first version. Gorman & Heinze-Fry (2015) provide a qualitative rubric for this which combines the work of Kinchin *et al.* (2000) and Hay (2007). A concept mapping learning objective would be "Students will be able to analyze a cmap for evidence of meaningful learning."

2.1.5 Evaluate

Evaluate was moved from the top of Bloom's original taxonomy and placed on the second highest level in the revised version (Anderson & Krathwohl, 2001). This cognitive process is concerned with making judgments based on criteria or standards. For a learner to effectively evaluate, he/she must make decisions based on in-depth reflection, criticism, and assessment.

- **Factual:** Once concept mappers have brainstormed relevant concepts they are often faced with the challenge of having too many concepts. Typically, a cmap should be limited to 15-25 concepts to remain intelligible. An appropriate learning objective would be "Student will be able to select the most appropriate 15-25 concepts that address the focus question." Once the learner has narrowed the list to the most relevant concepts, the need to rank the concepts from the most general concept to the most specific concept for this particular situation. Therefore, another learning objective could be "Students will be able to rank order concepts from the most general to the most specific concept within the context of the focus question."
- **Conceptual:** A key skill when evaluating a concept map is to assess the validity of the propositional phrases. These propositional phrases can be made by an individual (Analyze + Factual learning objective) or by a software program like CmapTools. In either case, these propositional phrases allow the evaluator to assess the validity of the statement on its own merits and modify them as needed. A learning objective would be "Students will be able to assess the validity of propositional phrases."
- **Procedural:** There is a myriad of different types of graphic organizers that help classify ideas, communicate effectively, and facilitating the learners' comprehension of newly acquired information. Each type has its own advantages and appropriateness for a particular task. A learning objective would be "Students will be able to evaluate the appropriateness of using concept mapping."
- **Metacognitive:** Once a cmap has been constructed, the next step is to reflect on how well the cmap addresses the focus question it is seeking to answer. There might be missing concepts or links not obvious before but now they have become apparent and can be fixed. A learning objective would be "Students will be able to reflect on how well the cmap concisely addresses the focus question."

links form a network indicative that the learner understands the topic and therefore demonstrating meaningful learning. Another type of integrative reconciliation is when the learner identifies a more general concept not already present in the cmap and he/she makes it superordinate to concepts already present. A appropriate learning objective for this would be “Students will be able to restructure conceptual understanding through integrative reconciliation.”

- **Procedural:** The ability to draft a cmap is an important skill and requires procedural knowledge. Cmaps can be sketched on paper, on surfaces with sticky notes or with software. You can even link concept maps together into what is called a knowledge model, a collection of two or more linked cmaps. For instance, you could have a concept like “frog” as a subordinate concept in one cmap but link it to another concept map which has “frog” as the superordinate concept. This second cmap contains all concepts related to what a “frog” is. A learning objective for this procedural knowledge would be “Students will be able to compose a cmap/knowledge model.”
- **Metacognitive:** Creating a cmap by following a procedure is one thing and it is another to negotiate the meaning of the relationship between two concepts. Learners often do not have much trouble coming up with concepts to add to a cmap. However, what they do find difficult is finding the precise words to use as the linking phrase. It often takes much thought and adjustment of those words as the learner actively ponders the true relationship between the concepts. When creating a cmap with others or some else is reviewing a cmap it often results in a conversation about a particular set of linking words. The two then enter a negotiation as to what the relationship is between the two concepts. Thus, an appropriate learning objective would be “Students will be able to negotiate meaning with others.”

2.2 Interpersonal Domain

Next, we will consider the interpersonal domain of Bloom’s Taxonomy which seeks to elaborate on the interaction between people. Fournier *et al.* (2008) stipulated the interpersonal domain is context specific and characterized by patterns of behavior and attitudinal dispositions toward others. Some examples of interpersonal skills are listening, speaking, writing, non-verbal communication, assertiveness, managing interpersonal stress, group decision making and problem solving, and understanding the causes of communication failures. There are six levels of the interpersonal domain which are listed below from lower to higher-order:

- **Seeking and Giving:** This skill involves asking and offering facts, opinions, or clarifications from others. When constructing a cmap, seeking and giving is a fundamental skill from finding the information about the concepts to negotiating meaning. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to ask and offer concepts and clarification from others while constructing a cmap.”
- **Proposing:** A person who proposes a new concept or suggestion needs to do so in a manner so it will be considered and accepted. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to present their concept map to others and not impose it but use the cmap as the start of a conversation.”
- **Supporting:** Supporting involves assisting another toward their goal. Cmaps are a work in progress and a start for a conversation. There will be good and bad parts on the cmap but the reviewers are to build up the other person by providing constructive feedback. A learning objective would be “Students will be able to provide support to others during the concept mapping process.”
- **Including:** This skill is concerned with making sure that others are involved in the discussion of ideas. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to ask for opinions from others and welcome their feedback.”
- **Disagreeing:** Disagreeing occurs when a person offers a contradictory opinion with discretion and consideration. Learning is forged through challenges. Cmaps get better because others take time to review them and offer their constructive feedback. A learning objective would be “Students will be able to offer a contradictory opinion considerably.”
- **Summarizing:** To summarize is the ability to restate something in an abbreviated form. It is an important skill for a listener to summarize what he/she just heard as to confirm understanding. Being an active listener is a crucial part of negotiated meaning. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to be an active listener during the concept mapping process.”

2.3 Affective Domain

The affective domain was described by Kratwohl *et al.* (1964) as the way people react emotionally and their empathy focusing on the awareness and growth in attitude, emotion, and feelings. Meaningful learning theory states that the person be willing to learn so the affective domain needs to be tapped into for meaningful learning to occur. The affective domain has five levels which are listed below from lower to higher-order:

- **Receiving:** A person who is receiving is one who pays attention, considers, and attends to information. Some examples of receiving include the ability to listen for, read, view, respond to, meditate, ponder, reflect, contemplate, and differentiate. It is important to note the receiving does not imply that the learner has made any decision about the new information, but has agreed to take the information in.
- **Responding:** Responding involves actively participating in or interacting with a new concept. Having a discussion about a topic would be an example of responding. A person who responds would volunteer, comply with, follow, commend, spend leisure time in, or acclaim. A learning objective would be “Students will be able to willingly participate in the concept mapping process.”
- **Valuing:** A person values something when he/she perceives it to be worthwhile, useful, helpful, meaningful, or justifiable. Valuing would be indicated by a person showing increased measured proficiency in, relinquishing, subsidizing, supporting, or debating. We can clearly see this as part of the concept mapping process of negotiated meaning because part of the process is a debate. The learner has to place value on a topic to meaningfully learn which can be measured as discussed above.
- **Organization:** Organization involves fitting new concepts into your existing understanding and deciding how it makes sense to you. One who organizes would discuss, theorize, formulate, balance, or examine. Organization is most certainly a valued skill as one concept maps. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to organize the concepts and linking lines a cmap so it is visually pleasing.”
- **Characterization:** Characterization by value set means the learner has incorporated the new value into his/her thinking and way of being. Some examples of this would include revising, requiring, avoiding, resisting, managing, and resolving. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to incorporate concept mapping into their learning process.”

2.4 Psychomotor Domain

In the ideal classroom, students would be engaged in activities that require them to leave their seat and move around. It is an important way to engage the learner and help them make long-term memories. Kilber *et al.*, (1970) and Simpson (1971) were one of the first to elaborate the psychomotor domain is associated with physical skills like speed, dexterity, grace, use of instruments, expressive movement, dance, and athletics. There five levels which are listed below from lower to higher-order:

- **Movement:** Movement is the most fundamental level and includes basic actions of the limbs like lifting, reaching, pointing, swinging, walking, and turning. If one is constructing a cmap they are actively writing, sketching, typing, or just moving in general.
- **Coordination:** Coordination involves the synchronized movement of the limbs and head including typing, lifting, carrying, dancing, positioning, connecting, and aligning.
- **Performance:** Performance involves the ability to execute a complex pattern of coordinated movements including to carry out, complete, portray, demonstrate, present, construct, assemble.
- **Adaptation:** Adaptation involves the ability to alter performances in response to new circumstances including to modify, update, syncopate, convert, and adapt.
- **Origination:** Origination involves the ability to create new forms of performances including to compose, choreograph, orchestrate, produce, and coach.

2.5 Perceptual Domain

The last of the commonly accepted learning domains is the perceptual domain which involves extraction of information from stimuli. The perceptual domain is key to developing expertise as experts efficiently filter out important information and recognize patterns in that information. Perceptual learning is task specific and occurs mostly non-verbally. Moore (1967) elaborated on five levels of perceptual learning which are listed below from lower to higher-order:

- **Sensation:** Sensation is the awareness of some stimuli through the five senses (sight, smell, hearing, taste, and touch).
- **Figure Perception:** Figure perception is the awareness of basic components in a formation of a concept (magnitude, form, location, position, etc.) and their relationships to each other and the whole. It also expands to an awareness of relationships between the parts and the background, or between the stimulus and its context. An example of figure perception is who you identify an object apart from its surroundings. A learning objective related to concept mapping would be “Students will be able to recognize key structural components of a concept map (e.g., spoke, chain, network, and cycle).”
- **Symbol Perception:** Symbol perception is the awareness things that have an attached meaning and form including the ability to name and assign them to appropriate classes as well as to define the similarities and differences between them. An example of this would be to recognize the difference between the letters I and J. A concept mapping learning objective for symbolic perception would be “Students will be able to name and classify concepts.”
- **Perception of Meaning:** Perception of meaning is the awareness of the significance or value of a behavior, object or symbol including the discovery of new relationships, cause-effect relationships, generalizations, and implications enabling decision making and problem solving. The ability to generalize, understand implications, and make decisions all fall in the realm of perception of meaning. An example of perception of meaning is the ability observe the face and body language of another person and know their emotional state. This skill is closely related to integrative reconciliation. A concept mapping learning objective would be “Students will be able to evaluate a concept map and establish new relationships between previously unconnected concepts” and “Students will be able to provide advice based on a concept map.”
- **Perceptive Action:** Perceptive action is sensitive differentiation and accurate observation enabling diagnostic, explanatory, and predictive ability to guide performance. People who display this skill demonstrate a successful analytical or global approach to problem solving. An example of this is a car mechanic running test on a vehicle and being able to diagnose the problem. A learning objective would be “Students will be able to review a cmap and help guide the concept mapper.”

3 Discussion

Educators do not realize or reflect on how many domains and levels of the complete Bloom’s Taxonomy concept mapping can engage. Science textbooks will sometimes have a “fill in the blank” concept map in their chapter review but these tend to have the structure of the cmap already established and the students are plugging in the concepts. The linking words are already present and part of the structure of the cmap. This is the lowest level of concept mapping task and table 2 demonstrates there is little critical thinking or meaningful learning occurring in this activity. Additionally, this activity is usually done individually by the learner. It is clear after reviewing the levels of learning that are touched upon in this concept mapping activity that they mostly stick to the lower-order thinking skills. Unfortunately, all too often educators will have their learners engaging in this lowest level of concept mapping and think they are encouraging their student to think. However, the evidence is clear from complete Bloom’s Taxonomy that meaningful learning is not occurring. Therefore, this is a rote learning exercise.

On the other end of the concept mapping spectrum, learners have to generate their own concepts and linking phrases based on a focus question. The learner is not provided with a structure for the cmap. Novak and Cañas provide a concept map flow chart of the steps involved in constructing a concept map like this (<http://cmaskm.ihmc.us/>). Once the learner is assigned the focus question, he/she would follow these steps:

1. Suggest relevant concepts
2. Narrow that list to 15-25 relevant concepts
3. Rank order those concepts from most general to most specific.
4. Start constructing a cmap with the top four concepts.
5. Choose explicit linking words to define the relationship between concepts
6. Continue to build the hierarchy by progressively differentiating concepts
7. Search for possible cross-links between concepts in different branches
8. Reposition and refine the cmap structure.

If the learners are allowed to work together on their cmaps either for the whole or part of the process, much of the complete Bloom's Taxonomy can be touched upon to give learners increased odds of learning meaningfully. It is important to emphasize that concept mapping is a process that involves feedback and revision to effectively practice those higher-order thinking skills. Table 3 graphically shows which levels and to what depth they are touched upon in this process. The educator can add other learning objectives from table 1 which were not covered in this simple construction of a concept map to cover more levels. Table 3 does account for the possibility that the learner will restructure their knowledge (create + conceptual knowledge levels) which would only be evident to the observer if they had at an initial cmap to compare to. An educator could require students attach resources to their concept and this would then add another level of higher-order thinking to the activity (create + factual knowledge levels). Having learners evaluate other cmaps is a valuable activity and this can be done by simply reviewing a list of propositional phrases generated from the cmap (evaluate + conceptual knowledge).

Cognitive Domain							
Knowledge Dimension	Process Dimension	Remember	Understand	Apply	Analyze	Evaluate	Create
Factual Knowledge		✓					
Conceptual Knowledge		✓	✓			✓	
Procedural Knowledge		✓					
Metacognitive Knowledge							
Interpersonal Domain		Seeking/Giving	Proposing	Supporting	Including	Disagreeing	Summarizing
Affective Domain		Receiving ✓	Responding ✓	Valuing	Organization	Characterizing	
Psychomotor Domain		Movement	Coordination ✓	Performance	Adaptation	Origination	
Perceptual Domain		Sensation	Figure/Ground	Symbol ✓	Meaning ✓	Action	

Table 2: A table of the complete Bloom's Taxonomy with check marks for all learning skills that would be touched upon during construction of a "fill in the blank" concept map where the structure, concepts, and linking phrases are provided.

Cognitive Domain							
Knowledge Dimension	Process Dimension	Remember	Understand	Apply	Analyze	Evaluate	Create
Factual Knowledge		✓	✓			✓	
Conceptual Knowledge		✓	✓	✓	✓		
Procedural Knowledge		✓		✓	✓		✓
Metacognitive Knowledge				✓	✓	✓	✓
Interpersonal Domain		Seeking/Giving ✓	Proposing ✓	Supporting ✓	Including ✓	Disagreeing ✓	Summarizing ✓
Affective Domain		Receiving ✓	Responding ✓	Valuing ✓	Organization ✓	Characterizing	
Psychomotor Domain		Movement	Coordination ✓	Performance	Adaptation	Origination	
Perceptual Domain		Sensation	Figure/Ground	Symbol ✓	Meaning ✓	Action ✓	

Table 3: A table of the complete Bloom's Taxonomy with check marks for all the skills that would be touched upon when one creates a concept map where the learners generate the concepts, linking phrases, and structure.

In conclusion, it is hoped the learning objective for concept mapping proposed in this paper will aid educators in understanding the learning skills they can tap into and provide them with the learning objectives to promote meaningful learning in the classroom. Bixler *et al.* (2015) points out that learners find concept mapping easy but if concept mapping is not frequently practiced and the skill honed critical thinking is not improved. Educators need to see concept mapping as part of the learning process and not just an assessment tool and should know how to cmap well (Cañas *et al.*, 2017). Learners need to be taught “how to think” rather than “what to think.” If educators truly desire to increase higher-order thinking skills they will target the appropriate learning objectives and develop activities so that students can meet those objectives.

4 Acknowledgments

The author would like to thank his wife, Andrea, for her unwavering support and encouragement as well as Jane Heinze-Fry for providing feedback in the initial stage of developing this topic.

References

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... & Wittrock, M. C. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives, Abridged Edition. *White Plains, NY: Longman.*
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978) *Educational Psychology: A Cognitive View, Second Edition.* Holt, Rinehart, and Winston, Inc.: New York, New York.
- Barak, M., & Dori, Y. J. (2009). Enhancing Higher-Order Thinking Skills Among in Service Science Teachers Via Embedded Assessment. *Journal of Science Teacher Education*, 20(5), 459-474.
- Bixler, G. M., Brown, A., Way, D., Ledford, C., & Mahan, J. D. (2015). Collaborative Concept Mapping and Critical Thinking in Fourth-Year Medical Students. *Clinical Pediatrics*, 54(9), 833-839.
- Bloom, B.; Engelhart, M. Furst, E. Hill, W. Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain.* New York: David McKay Company.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in your Classroom.* ASCD.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology.* Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing Higher-Order Thinking Skills with Concept Mapping: A Case of Pedagogic Frailty. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 9(3), 348-365.
- Fournier, M. A., Moskowitz, D. S., & Zuroff, D. C. (2008). Integrating Dispositions, Signatures, and the Interpersonal Domain. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94(3), 531.
- Gorman, J., & Heinze-Fry, J. (2015). Conceptual Mapping Facilitates Coherence and Critical Thinking in the Science Education System. In *STEM Education: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1227-1258). IGI Global.
- Hay, D. B. (2007). Using Concept Maps to Measure Deep, Surface and Non-Learning Outcomes. *Studies in Higher Education*, 32(1), 39-57.
- Kibler, R. J., Barker, L. L. and Miles, D. T. (1970). *Behavioural Objectives and Instruction.* Rockleigh, NJ: Allyn and Bacon.
- Kinchin, I., Hay, D. and Adams, A. (2000) How a Qualitative Approach to Concept Map Analysis can be used to Aid Learning by Illustrating Patterns of conceptual Development. *Educational Research*, 42(1): 43 – 57.
- Kratwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals–Handbook II: Affective Domain. *New York: McKay.*
- Mirzaie, R. A., Abbas, J., & Hatami, J. (2008). Study of Concept Maps Usage Effect on Meaningful Learning Frontier in Bloom’s Taxonomy for Atomic Structure Mental Concepts. In A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg

- & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Connecting Educators*. Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping. (Vol 3, pp. 226-229-). Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Moore, Maxine R. & Educational Testing Service, Princeton, NJ. (1967). *A Proposed Taxonomy of the Perceptual Domain and some Suggested Applications*. [Washington, D.C.]
- Simpson, E. (1971). Educational Objectives in the Psychomotor Domain. *Behavioral Objectives in Curriculum Development: Selected Readings and Bibliography*, 60(2).

ORGANISERS, CONCEPT MAPS, AND TEXT SUMMARISATION IN THE CLIL CLASSROOM

José Luis Gómez Ramos, Juan Lirio Castro, Isabel María Gómez Barreto
Department of Pedagogy, Universidad de Castilla-La Mancha, Spain
E-Mail: jose Luis.gomez@uclm.es; juan.lirio@uclm.es; isabelmaria.gomez@uclm.es

Abstract. Because of the implementation of bilingual programmes in Spanish primary schools, both instructors and learners need to select a methodology for efficiently transferring and summarising the managed curricular content during the teaching and learning process. Concept mapping is an ideal methodology to use in a bilingual classroom; however, primary bilingual students may experience difficulties in hierarchically organising the managed curricular content. Such lack of organisation of information causes students to create less accurate concept maps and, consequently, less accurate summaries from the content. To solve this problem in organisation, we suggest the step-by-step use of some graphic organisers, which complement concept mapping. The suggested method for the transposition process from texts to paragraphs involves handling texts, creating concept maps and transposing concept maps into paragraphs. The results are well structured and summarised paragraphs facilitating cognition. In education, this pedagogical method is usefulness to students as they try to efficiently manage the curricular information, acquire meaningful knowledge, learn self-regulation and confidently answer summative exams.

Keywords: *Concept mapping, visual organisers, self-regulation, bilingual primary education.*

1 Introduction

From its experience with bilingual programmes and as a way to foster foreign languages non-linguistic disciplines (DNL), the Spanish Regional Ministry of Education in Castilla-La Mancha considers the specialisation and training of DNL instructors in the didactical and instructional methodology to be used in such programmes to be a priority (Decree 47/2017). Despite teachers' specialisation and training, one of the problems that primary students still face in the bilingual English-Spanish classroom is the lack of a method that allows them to handle, process, and meaningfully learn the curricular information in their textbooks (Gómez, Arias, & Lirio, 2016). In this regard, the main goals in most bilingual programmes are to form a well-designed instruction and to create a protocol for observing the results of the bilingual instruction held in such programmes (Hernández & Torres, 2010). Regarding integrated instruction, in a previous research set in a bilingual school, we observed that most of the Spanish primary students did not know how the information within their foreign language (L2) textbooks was organised. We also found that most of these bilingual learners encountered problems identifying the lexical categories of words within their books and other foreign language texts (Gómez et al., 2016) and that the three *Sections* and the nine *Topics* found in the students' textbooks were interpreted by the students as isolated chunks of information rather than an entity.

To improve students' communicative competences in the L2, the Regional Ministry of Education promotes the integration of the schools from this autonomous community to the coveted bilingual and plurilingual status. Such language promotion requires not only the instruction through an integrated curriculum but also a specific training plan for the teachers. Efficient instructional design for the content and language integrated learning (CLIL) curriculum implies the awareness of a specific pedagogical methodology (Decree 47/2017, Arts. 3, 25, 37, 38, 39). For Bruner (1999), content can efficiently be taught to any student at any age, and the main factor to be considered by the instructor is how the child perceives things. The author also states that children cannot discern by themselves the new techniques for *self-learning* and *self-regulation*. Thus, if DNL instructors are ineffective in transmitting pedagogical principles, learners will tend to learn by rote and by trial and error. To eliminate this way of learning the explicit bilingual curriculum, the Regional Ministry of Education believes that training teachers in specific pedagogical methods must become a priority. Referenced pedagogical concern does not represent a contemporary topic in the infant and primary education in Castilla-La Mancha. Manzanares and Galván-Bovaira (2012) have published a study about the importance of the in-service teachers' training factor in this region.

When planning the instruction, one of the principles that DNL teachers should consider is that the learning, teaching, and assessment theories used in bilingual classrooms must be consistent with one another. Training bilingual students in meaningful learning then evaluating them and asking for literal answers will result in their getting lower marks (Ausubel, Novak, & Hanesian, 2010; Gómez, Lirio, Gómez, & Garrote, 2018). For example, when using concept maps to train students, applying Ausubel's theory of assimilation and meaningful learning is critical for student evaluation. In symbiosis with such learning-evaluating principles, concept maps can be used for both formative and summative aims (Mintzes, Wandersee, & Novak, 2005). Assessments must also offer the examinees learning

opportunities that are linked to concepts they already know (Moreira, 2012). The main issue in the bilingual classroom is not only that instructors need to be aware of the triad teaching-learning-evaluating but also that they must provide students with the appropriate tools for success in such a globalised world. For Campelo and Bertholo (2016), today's societies are facing new labour forces where citizens use new technologies and are socially connected. Taking this situation into account, is it appropriate to ask students to memorise content and offer it back up literally in a summative exam? Would it be fair to ask primary students to make concept maps using CmapTools as a summative exam instead?

Concept mapping can lead students to achieve academic success and become more creative, both of which the Regional Ministry of Education expects from bilingual primary students. Consistent with this idea, to improve the educational system, educators should use concept maps at all educational levels (Campelo et al., 2016). Regarding such use of concept maps, Novak (2010) also affirms that education can be significantly improved simply by adopting more efficient theories of learning as well as pedagogical models and tools, thus empowering students to create their meaningful knowledge. With cognition, concept mapping, bilingualism, and primary education in mind, we recommend the implementation of concept maps in bilingual schools from the earliest ages onward. Although our research revealed outstanding results, during the instruction, we found that the students were not as successful as expected in identifying, grouping, and categorising nouns (Gómez et al., 2016). Mintzes et al. (2005, p. 78) mention that 'several new teaching strategies [...] include a range of graphic organizers. Thus, we encourage the use of graphic organisers in addition to concept maps such that students can, in a step-by-step fashion, truly assimilate concept mapping as a routine, learning-process technique.

2 Graphic Organisers as Cognitive Facilitators in the Bilingual Programmes

Graphic organisers other than concept maps are not powerful learning tools, but they constitute '[...] a powerful way to help students see some of the ways that information can be organized and stored' (Jackson, 2011, p. 62). These organisers are simpler than concept maps because the grouping and organising rule '[...] is less complex than the sum of all the distinguishable features of all the elements in the collection' (Bruner & Olver, 1966, p. 417). In other words, basic organisers show grouped, unlinked, or isolated ideas, whereas concept maps show concepts formed by propositions. Some basic organisers can serve as the substructure for the bilingual primary student to later create a solid concept map that allows him or her to meaningfully learn the managed curricular content. Identifying, grouping, and classifying nouns also requires knowledge, strategy, combination, relation, selection, and association (Bruner et al., 1966). Creating a new concept map that combines the multiple attributes previously selected and organised by the students will stimulate their cognitive structures as well as a more meaningful knowledge of the concepts represented in the concept map. Though Piaget's stages are still referents in education, children's cognitive developmental stages can be improved or delayed simply by providing the appropriate stimuli or deprivation (Ausubel, 1968).

When acquiring cognition in the L2, an adequate stimulus for the primary students might be to make them aware of how knowledge is built through sequentially using related tools up to the point of creating a concept map. Instructors should make bilingual students aware of the sequential relatedness and the degree of dependence of the curricular content being transferred (Gagné, Briggs, & Wager, 1992). Learners' cognitive and grouping structures are somewhat different from the combinatorial cognitive structures in propositional operations (Piaget, 1959). Hence, every concept map is expected to be different. For this reason, the organisers used in a sequence will imply less complexity than the subsequent propositional and combinatorial framework represented in a concept map. Because of the influence of syntactical and grammatical structures in both code-switching and transference (Clyne, 2000), in the primary bilingual schools, transfer would be a problem that affects DNL teachers. When the students do not master the sequential relationship and dependence of the content, it is impossible for them to successfully progress unless the content is rotely learned; if the new content is to be learned meaningfully, clear subsumers should exist in the learners' cognitive structures (Ausubel & Robinson, 1972).

In the DNL subjects linked to science, concept relatedness is a relevant factor for the students to later represent the subjects as networks of knowledge (Clariana & Kozlov, 2016). However, regarding the students' previous knowledge and learning strategies, how deep should the *initial anchoring idea* be? To acquire meaningful learning, '[...] the existence of relevant anchoring ideas is the primary prerequisite for subsequent learning and, by definition, for sequential transfer' (Ausubel et al., 1972, pp. 143–144). However, the bilingual Spanish primary students do not always have that previous knowledge regarding content and metacognition. In our study, some students recalled part of the concepts they had learned the previous year, but most of them did not. Additionally, we observed that some

concepts from the new textbooks were unknown to the students both in their mother tongue (L1) and in the L2. In this regard, even if the learners store new ideas in relation to previous subsumers, the new concepts are dissociable from the anchoring ideas during the retention period (Ausubel, 1968). In any case, the relation of new content or tasks is crucial for both learning and transfer (Ausubel et al., 2010). According to Haskell (2011, p. 3), *transfer of learning* refers to the appliance of previously acquired knowledge '[. . .] in different contexts, and to recognize and extend that learning to completely new situations.

2.1 *Skimming and Scanning L2 Texts*

For some bilingual students, simultaneously inferencing and assimilating the information in their textbooks represents a challenge unless they have the methodological skills to succeed. Reading and learning strategies, creativity, and complex thinking skills should be taught concurrently during the curricular content instruction. That is to say, 'Bilingual students *must* [emphasis added] be taught how to learn' (Brisk, 2006, p. 155). When the comprehension of any text is total, reading skills involve multiple factors and extensive previous knowledge (Gagne et al., 1993). For bilingual primary students, the first step to consider is the early identification of lexical categories of words from texts, especially the noun category. The identification of lexical categories in textbooks leads the bilingual learners to a better comprehension of the content (Brisk, 2006). For this reason, efficient DNL instruction should start with skimming, scanning, and identifying word categories. Particularly for some bilingual (Spanish-English) primary students, 'Learning to read effectively presents a dilemma. Words and phrases are hard to read when they have little or no meaning [and the concept is unknown even in their mother tongue], yet reading is a powerful way to learn meanings' (Novak & Gowin, 1984, p. 43).

2.2 *Word Recognition and Understanding*

Subject matter—the explicit content that characterizes the curriculum—refers to the conventionalised meaning of a discipline made up of lexicon, regulations, concepts, models, and theories represented in a formal, logical fashion (Phye, 1997). Learners' academic performance in identifying and understanding concepts within texts implies a set of knowledge about vocabulary and methodology; however, the traditional methods for measuring concept formation are inadequate because they overlook the dynamics and evolution of concept acquisition in children (Vygotsky, 1986). For Cañas et al. (2004, p. 135), '[. . .] the need to identify relevant concepts may require effort that distracts from the task of creating meaningful propositions. In any case, we mentioned that most Spanish bilingual primary students have a '[. . .] limited awareness of the formal meaning and logic of academic disciplines' (Phye, 1997, p. 49), so concept discerning/understanding also implies the understanding of text organisation. In terms of process, it is not possible for a child to form concepts about task accomplishment without sufficient tangible experience (Ausubel, 1952). Student success in word recognition and understanding is also influenced by the varied sets of the information involved in the teaching and learning process (phonology, semantics, and the student's familiarity with the text). Furthermore, it is certain that lexical word recognition is not a trustworthy indicator of understanding in discrimination tasks in which words and non-words must be distinguished from one another (De Groot, 2011).

2.3 *Hierarchisation of the Information*

Mintzes et al. (2005) observed that some students have problems hierarchically organising information. These authors also found that an inability to *think hierarchically* and *link ideas* can lead students to misuse the information they handle. It also appears that object categorisation is influenced by bilingualism (Bassetti & Cook, 2011). Students who lack hierarchisation skills may not have problems if, when skimming and scanning texts, they are aware of the word categories they are looking for. Are the categories singular or plural? Countable or uncountable? Or maybe abstract? To help students grasp and organise such information as well as manage these substantives, instructors could start by teaching students the concepts, perceptions, and patterns of *thing-words* and *invisible-words*. Thing-words pertain to touchable things (tree, dog, car, book), and while they are nouns as well, invisible-words are linked to abstract concepts (thought, dream, inference, confidence). Other substantives, such as *mass-words*, do not represent the idea of a thing that possesses specific features or boundaries (Jespersen, 1956). As a useful source, when identifying, extracting, and organising information, bilingual students should be aware of substantives as either material or immaterial. For Glaserfeld (1995), the basis of classification and categorisation remains in the construction of equivalence, where a cluster of characteristics used as templates or prototypes distinguishes a specific item from other constructs in present and future situations. That is to say, making primary students aware of the fixed and rigid (one-dimensional) basic

commonalities of the noun categories will help them to hierarchise more flexible (two-dimensional) objects in future situations (Craig, 1986).

2.4 From Diagramming to Concept Mapping

Crandall et al. (2006, p. 51) note that ‘the idea of using diagrams to express logical statements has a rich history in mathematics [. . .]. The *modern* [emphasis added] idea of Concept Mapping takes this a step further, into the “user friendly” expression of meanings’. Our main idea and goal for the use of concept maps in bilingual programmes are the same as those presented by Aguiar et al. (2016), where concept maps are used to summarise fairly large documents. In our current research, in addition to visual facilitators, we used concept mapping for the students to transpose the information from their textbooks into paragraphs to later be studied for exams. Regardless of the students’ academic level, a very common use of concept maps since their inception is in science subjects (Novak, 2010); this use has even been applied to longitudinal studies (Novak, 1991) in schools. The effectiveness of these visual facilitators is that knowledge can be expressed in two dimensions: representational and organisational. Another particularity of concept maps is the way in which the substantives are linked. On a concept map, the previously mentioned concepts are linked by verbal structures that form semantic units called *propositions* (Cury et al., 2014).

From the earlier mentioned theoretical background, the general *goal* of the instructional programme is to teach bilingual primary students to summarise information through concept mapping such that they can concisely study for each summative exam. Besides, the specific *objectives* of the same instructional programme is to train students in noun category identification within L2 texts, as well as noun classification, propositions recognition, concept mapping, summarising, and paragraphing for the late study.

3 Methodology

The study that originates this *proposal* consisted of a didactic intervention where, by means of a didactic approach, we attempted to address concept mapping in a primary bilingual school located in Castilla-La Mancha, Spain. To achieve our goal, we implemented the use of concept maps in this school for one academic year. The instructional programme for the meaningful retention of knowledge by means of a foreign language (PIRSC-L2) was applied to fifth graders, and the concept mapping instruction was simultaneously carried out with the instruction of the curricular content (Gómez et al., 2016; 2018). Sample encompassed sixty students not randomly assigned to experimental ($n = 30$) and control ($n = 30$) groups. Also, the instruction consisted of three, three-month stages carried out over the nine-month academic year where:

- *Stage 1* was a training period in which the students were taught the basics and the underlying psychological theory of concept maps
- *Stage 2* was the production period during which every student individually, in pairs, and in groups created concept maps about each topic from their textbooks
- *Stage 3* was the display and assessment period in which the pupils made concept maps and gave feedback to one another using an evaluation rubric elaborated by the instructor

A tacit purpose of the concept mapping instruction was to generate in these bilingual learners cognitive schemas to be recalled during future learning situations. Based on Ausubel’s meaningful learning theory (1963), we believe that the learning techniques acquired by the students are meant to be *meaningful*, so any material being learned serves as an activator for concept mapping. Since the students’ awareness and self-regulation implies metacognition (Mercer, 2000), we made the students aware of the teaching process from the earliest stages of the instruction. The instructor’s first task before applying the subsequently designed instruction was to make the bilingual students in our experiment aware of the process¹ in which they would be involved. As a result, with the exception of diagramming, the objectives of the experiment were successfully accomplished by the majority of these bilingual students.

¹ Students involved in the research were explicitly told the main goal and objectives of the instructional programme.

4 Intervention

Notwithstanding that the primary students enrolled in the programme were not trained on visual organisers other than concept maps, during the instruction, they were given abundant examples through the diagrams shown below. The diagrams were specifically made by the instructor to exemplify and clarify some concepts. In our opinion, had we asked the students to use organisers to reinforce the concept mapping process, more students would have more efficiently accomplished the reference goal of summarising information through concept maps.

4.1 STEP 1: Textbook Information to Be Scrutinised

To identify the learners' previous knowledge about the topic (biodiversity protection), the first activity consisted of brainstorming and *wh-* questions. After brainstorming and a debate, the students individually read the text to get a general idea of it. During the active reading process, the students were asked to scrutinise the text, paying attention to substantives and unknown words. The 176-word text managed by the bilingual primary students for this activity is as follows:

Endangered species are those which are in danger of extinction. Wildlife protection groups keep lists of endangered plants and animals in order to protect them. National parks and biosphere reserves are created to protect wildlife and its environment. The Iberian lynx is the most endangered cat species in the world. It exists only in the wild in some areas of Southern Spain. The Iberian Imperial eagle is an endangered species living only in restricted areas of Spain. It is considered the rarest bird of prey in the world. Monfragüe National Park in Cáceres is an outstanding example of Mediterranean forest. This park is considered a bird watchers' paradise because it has both the biggest colony of black vultures and the highest concentration of imperial eagles in the world. Doñana National Park is an area of marshes and sand dunes in southern Spain. The park has a biodiversity that is unique in Europe. It is a refuge for some endangered species, such as the Iberian imperial eagle and the Iberian lynx, as well as numerous migratory birds. (Bacon & Riach, 2014, p. 85)

4.2 STEP 2: Noun Selection, Understanding, and Organisation

It is necessary to point out that all the activities from Stage 2 onward also encompassed the transposition of all the topics from the textbook into summarised paragraphs through concept mapping. In the following steps 1–3, we show one of the constituent elements of the instructional programme pertaining to the transposition process (from text to paragraph). To exemplify the explanations and make them more understandable, some activities accomplished by a student are included (Figs. 2, 3, and 7). The steps shown below will be presented in the same order as instructed; however, we will mark the introduction of the organisers we believe adequate for a more efficient understanding and creation of concept maps by the students as a 'Suggested Step'.

After a session of brainstorming, enquiring, and reading, the students were divided in pairs and asked to identify nouns in the reading material and note them down. Though the students' noun discrimination was largely accurate, a tendency to remain within the instructional programme was observed. For example, adjective and noun compounds were identified as one word (i.e., Iberian Lynx and Iberian Eagle). Because of this peculiarity, during concept mapping, the students repeated the same words in their concept maps more than once (the example can be seen in the last Fig. 6). At this point, to make students aware of the lexical or grammatical word categories, we suggest the inclusion of pie charts or bar graphs.

4.2.1 Suggested Step (pie and bar charts)

Used as guidelines for students to be aware of the quantity, frequency, and size of the information appearing within a foreign language text (total or partial number of nouns, verbs, adjectives), bar and pie charts can help bilingual students to visually observe how many and how frequently lexical or grammatical word categories do appear in a given L2 text. For example, if nouns appear twice as much as verbs and adjectives put together, the area of such graphic representation concerning noun data would be bigger than the areas representing verbs and adjectives. To visually represent percentages, pie charts are the most common visual organisers to show data (Harris, 1996). To present percentages, bar charts are:

A variation of the proportional area chart family. In a bar chart, the size of each bar is proportional to the value it represents. Bar charts do not have scales, grid lines, or tick marks. The value that each bar represents is shown on or adjacent to the data graphic. The major purpose of the graphical portion of a bar chart is to visually orient the viewer to the relative sizes of the various elements of a data series. With a quantitative scale on the horizontal axis, the graphic is frequently called a bar graph. (Harris, 1996. p. 27)

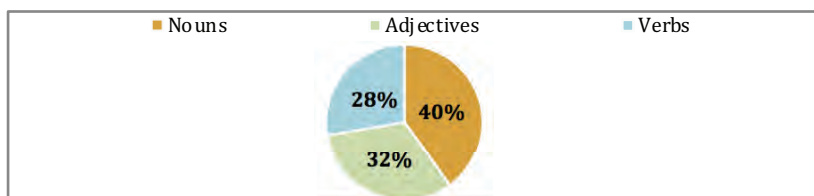


Figure 1. Hypothetical frequency of words appearing in an L2 text.

4.2.2 Noun Understanding (tables)

To understand, clarify, contextualise, and identify word categories and meanings, students were allowed to use English-Spanish dictionaries. Depending on the activity, the dictionaries were used individually, in pairs, or even in groups. Because most of the concepts were unknown to the students in both the L1 and L2 languages, to ensure that the concepts were understood in both languages, content from the text was acquired in English during the classroom instruction, then key words were reinforced in the Spanish language as homework (in individual and non-compulsory tasks). The glossary homework tasks consisted of listing the nouns, verbs, and adjectives, then putting them in a table organiser to be used for translation and contextualisation into the Spanish language. One weakness of the table we detected is that we did not design it to leave enough space for students to write in the Spanish propositions. The bilingual students were asked to contextualise sentences as follows:

- Translate the word into Spanish and look for the same word in the textbook
- Contextualise the word in Spanish and write the Spanish propositions using the given word

Notwithstanding that the glossary tasks were not compulsory during the course and that they were assigned for homework, almost all the students performed these tasks. In our opinion, it is crucial that key words be provided such that the bilingual primary students succeed on the exam. When learners are aware of the specialised lexicon through writing brief sentences about it, they gain a more appropriate understanding and undertake the ulterior classroom summative tasks more successfully. These pre-tasks with this lexical approach to every topic ensure the understanding of the key words as ideas and concepts for the comprehension and interpretation of subsequent concept mapping activities. Figure 2 shows a glossary example. The glossary tables and tasks where each word category was also identified as (n.) noun, (adj.) adjective, or (v.) verb were designed by the instructor.

GLOSSARY: Unit 7 "Matter and Forces"

Non-compulsory activity. Deadline April 26th, 2016.

English	Write here the Spanish translation within (TRUE) propositions
1. Alloy (n)	Ejemplo: El latón es una MEZCLA de cobre y cinc (from page 102)
2. Average density (n)	la habilidad para flotar depende de la <u>Densidad Media</u>
3. Biodegradable (adj)	la madera es un material <u>Biodegradable</u>
4. Bioplastic (n)	los <u>Bioplásticos</u> son totalmente biodegradables
5. Buoyancy (n)	Para ver la <u>Flotabilidad</u> en un piscina arrojamos un flotador
6. Chemical change (n)	los <u>Cambios Químicos</u> no vuelven al estado original
7. Combustion (n)	la <u>Combustión</u> es un cambio químico
8. Contact force (n)	Una <u>Fuerza de Contacto</u> es impulsar o frenar un objeto

Figure 2. Organiser (table) for students to accomplish the task and understand the new concepts in their mother tongue.

4.2.3 Euler and Venn Diagrams

For us, one of the most successful organisers to make students aware of the concepts of hypernyms and hyponyms as well as the similarities, differences, and commonalities between things are Venn diagrams. These graphic tools describe the relationship between two or more sets of information by positioning circles that represent the information (Fig. 3). These organisers are classified as conceptual diagrams because, as in our case, they '[. . .] can be rapidly understood, tend to have a significant impact on the audience, and may be remembered longer than the same subject presented using words and numbers alone' (Harris, 1996, p. 100).

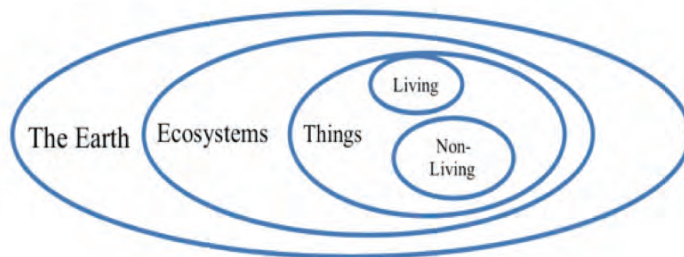


Figure 3. Information from the most general to the most specific.

4.2.4 Suggested Steps for Noun Organisation (binary key, T-charts, tables, and Carroll diagrams)

Despite the process of instructing students until their concept mapping was successful, we observed that the bilingual students had trouble categorising words. For noun organisation and pre-concept mapping organisation, we suggest the use of some kind of organisers. For example, for learners to conceive the dichotomy of concepts, binary keys can serve as a baseline for students to divide the information into two parts. Using a series of closed questions, these binary (yes/no) diagrams lead the students to find only two possible answers to the questions they are aware of (Fig. 4).

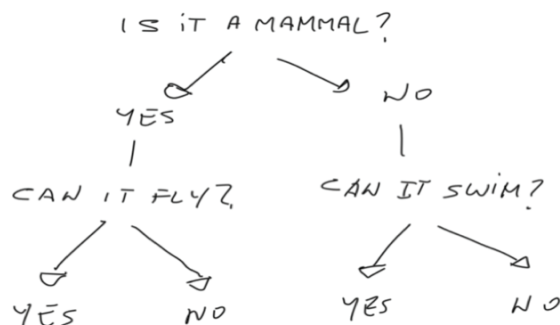


Figure 4. Through enquiring key questions, students can get yes/no answers.

More recommended organisers for bilingual students would be T-charts (and new tables) and Carroll diagrams. The justification for these organisers is that students can arrange the information in a hierarchical fashion for later use in a concept map. For example, we believe that a table with columns *and* rows represents words more visually than a table with columns only. Moreover, the organisation of and comparisons and relationships between words will be more rapidly stored and referenced by the students to be later transposed into a concept map. With these suggested organisers, we believe that CLIL students can organise the information more efficiently and create more accurate concept maps. These basic and easy-to-use organisers can be used to display yes/no information, show different parts of the curricular content topics, and categorise the information into hypernyms and hyponyms. Figure 5 shows the ideal uses of these organisers.

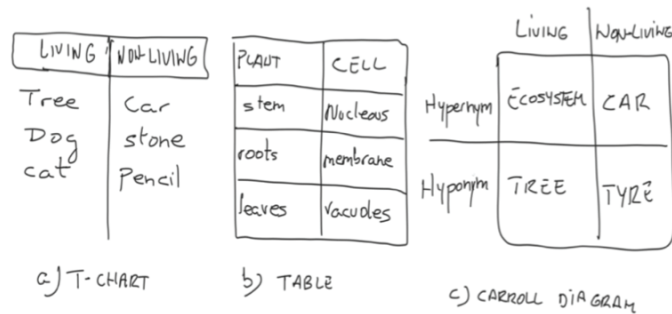


Figure 5. Charts to organise and classify the information in a hierarchical fashion.

4.3 STEP 3: Concept Mapping and Paragraphing

In the method we applied in the bilingual school during the experiment, three types of concept maps were handled: short, average, and large. Short concept maps were made by both the instructor and the students to get a general idea about a given topic. Average concept maps were the most common and used in the classroom by both the students and the instructor to provide explanations and presentations about the topics. Finally, large concept maps were made in groups of six at the end of every didactic unit/unit of work, where the groups of students had to represent and explain to their peers the content from the unit. During the course of each didactic unit, the students made average concept maps from each topic (Fig. 6). All the students' creations were then transposed to paragraphs and subsequently used to study the topics for the exams.

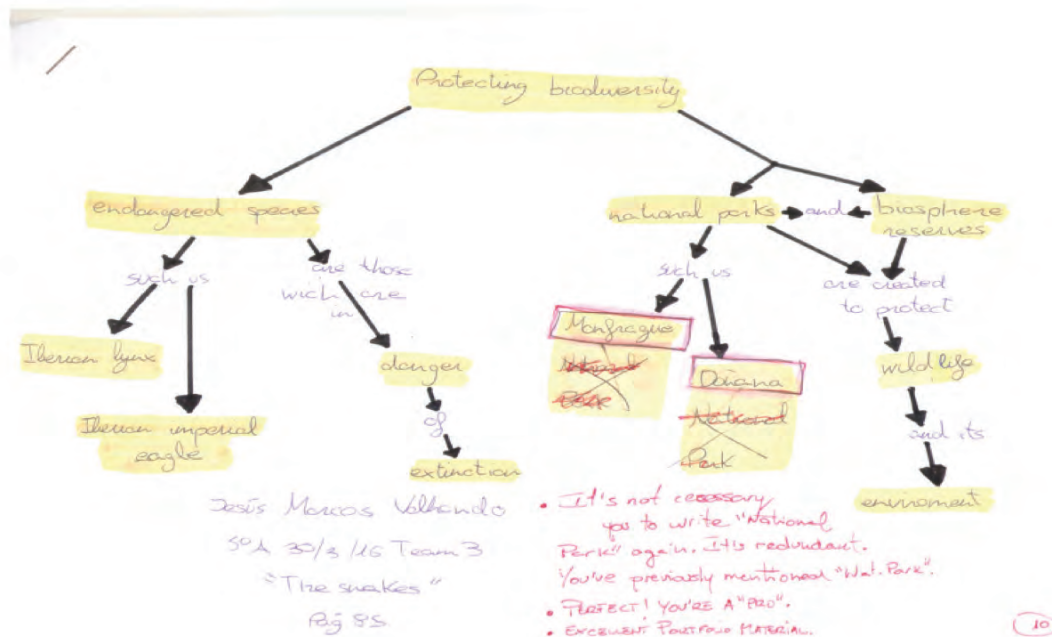


Figure 6. Concept map created by a 10-year-old from the 176-word text referenced in 2.1.

4.3.1 Paragraphing the Concept Map

The concept mapping process concluded with paragraphing, where the students had to transpose the information from their concept maps into paragraphs. The aim of this activity was to help bilingual students summarise the information from their books through concept mapping. During the transposition process from the book to the original paragraph, the pupils themselves managed all the information to be learned for the exam (including concept mapping). The result of such high-order thinking skills can be observed in Figure 7, which shows that the original 176-word text referenced in 2.1 has been transposed into a 47-word paragraph.

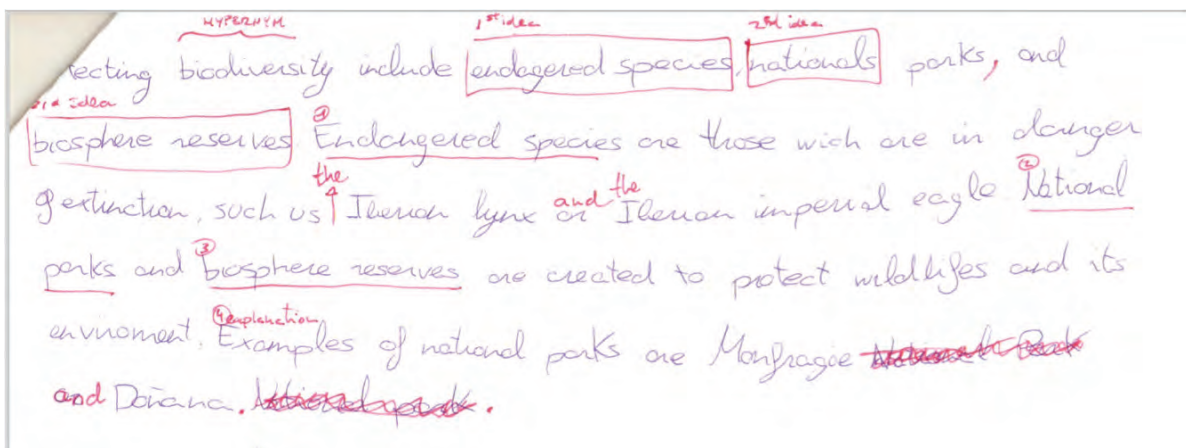


Figure 7. Summary made by a 10-year-old student through concept mapping (from 176 words to 47 words).

Paragraph in Figure 7 above illustrates that biodiversity protection is the main idea, whereas the controlling ideas are the endangered species living in the biosphere reserves and the national parks. Also consequential is that the first sentence encompasses the organised ideas that will later be developed, explained, and exemplified in the subsequent sentences within the same paragraph. In our opinion, a primary student can only create such an original and professional paragraph through a concept map. Besides implying high-order thinking skills, the complexity involved in the transpositional process also implies the student's awareness of the metacognition involved in concept mapping.

5 Conclusion

In our attempt to introduce concept mapping to Spanish bilingual primary schools, we observed that concept maps are efficient tools for students to help them absorb the curricular information to be learned. However, in teaching concept mapping to students, hierarchising information can be a challenge for some of them (Mintzes et al., 2005). With regard to the instructional design, a limitation of our previous study was the omission of organisers that allowed learners to accurately organise information. Despite such a limitation, the students successfully achieved the main goal of transposing the information through concept mapping where, at the end of the PIRSC-L2, most students were able to scrutinise the texts, extract the relevant information from them, make a concept map with the selected information, and transpose the information from the concept map into a paragraph for the late study of the information. In this regard, Novak (2010) sees concept mapping as an efficient technique for learners to study. The consequence of such an act of metacognition empowered the students to autonomously learn the curricular information for the exams. However, to discover if student empowerment has both practical and theoretical consequences like self-regulation and cognition we will turn this proposal into a future research whose expectation is to apply the entire process and subsequently collect data sufficient for a quantitative analysis.

References

- Aguiar, C., Cury, D., & Zouaq, A. (2016). Automatic Construction of Concept Maps from Texts. In A. J. Cañas, P. Reiska, & J. Novak (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 20-30).
- Ausubel, D. P. (1952). *Ego Development and the Personality Disorders*. New York, NY: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York, Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. & Robinson, F. G. (1972). *School Learning: An Introduction to Educational Psychology*. London: Holt, Rinehart & Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (Reimpresión 2010). *Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo*. (2ª Edición). México, Trillas.

- Bacon, T. & Riach, M. (2014). *Natural Science: Primary 5*. Zaragoza: Edelvives.
- Bassetti, B., & Cook, V. (2011). Relating Language and Cognition: The Second Language User. In V. Cook & B. Bassetti (Eds.), *Language and Bilingual Cognition* (Chapter 7, pp. 143-190). New York, NY: Psychology Press.
- Brisk, M. E. (2006). *Bilingual Education: From Compensatory to Quality Schooling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bruner, J. & Olver, R. (1966). Development of Equivalence Transformations in Children. In R. Anderson & D. Ausubel (Eds.), *Readings in the Psychology of Cognition* (pp. 415-434). New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Bruner, J. (1999). *The Process of Education*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Campelo, L. F., & Bertholo Piconez, S. C. (2016). Concept Mapping in High School: An Experience on Teaching Geography to Measure Deep, Surface and Non-Learning Outcomes. In A. J. Cañas, P. Reiska, & J. Novak (Eds.), *Innovating with Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 351-354). Switzerland: Springer.
- Cañas, A. J., Carvalho, M., Arguedas, M., Leake, D., Maguitman, A., Reichherzer, T. (2004). Mapping the Web to Suggest Concepts during Concept Map Construction. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 135-142).
- Clariana, R. B. & Kozlov, M. (2016). The Influence of Graphical or Textual Representations on Team Concept Map Form: Further Validation of a Measure of Knowledge Structure. In A. J. Cañas, P. Reiska, & J. Novak (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 351-354).
- Clyne, M. (2000). Constraints on Code-Switching: How Universal are They? In Li Wei (Ed.), *The Bilingualism Reader* (Chapter 10, pp. 241-264). New York, NY: Routledge.
- Craig, C. (1986). Theoretical Issues of Categorization and Human Cognition. In Colette Craig (Ed.), *Noun Classes and Categorization* (Vol. 7, Introduction, pp. 1-10). Philadelphia, PA: John Benjamins.
- Crandall, B., Klein, G., & Hoffman, R. (2006). *Working Minds: A Practitioner's Guide to Cognitive Task Analysis*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cury, D., Andrade, W., & Santos P. (2014). CMPAAS—A Platform of Services for Construction and Handling of Concept Maps. In P. R. M. Correia, M. E. I. Malachias, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 108-115).
- Decreto 47/2017, de 25 de julio, por el que se regula el plan integral de enseñanza de lenguas extranjeras de la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha para etapas educativas no universitarias. [2017/9118]
- De Groot, A. M. B. (2011). *Language and Cognition in Bilinguals and Multilinguals*. New York, NY: Psychology Press.
- Gagné, R. M., Briggs, L. J., Wager, W. W. (1992). *Principles of Instructional Design*. Orlando, FL: Harcourt Brace Jovanovich.
- Gagne, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). *The Cognitive Psychology of School Learning*. London: Harper Collins.
- Glasersfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. London: Routledge.
- Gómez Ramos, J. L., Lirio Castro, J., Gómez Barreto, I., Garrote Rojas, D. (2018). Content and Language Integrated Learning via Concept Mapping: Traditional Assessment Difficulties for Verifying Significant Learning in Bilinguals. In *Proceedings of INTED 2018*. ISBN: 978-84-697-9480-7
- Gómez Ramos, J. L., Arias Fernández, E., Lirio Castro, J. (2016). Lexical categories: Concept Mapping Instruction on the Effect of Noun Identification in Foreign Language Texts. In A. J. Cañas, P. Reiska, & J. D. Novak (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 145-154).
- Harris, R. L. (1996). *Information Graphics: Visual Tools for Analyzing, Managing and Communicating*. Atlanta, GA: Management Graphics.
- Haskell, R. E. (2011). *Transfer of Learning: Cognition, Instruction, and Reasoning*. San Diego, CA: Academic Press.
- Hernández Sheets, R. & Torres, B. (2010). Bilingual Curriculum. In C. Kridel (Ed.), *Encyclopedia of Curriculum Studies* (pp. 80-82). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Jackson, R. R. (2011). *How to Plan Rigorous Instruction*. Alexandria, VA: ASCD.

- Jespersen, O. (1956). *Essentials of English Grammar*. London: Routledge.
- Manzanares Moya, M. A., & Galván-Bovaira, M. J. (2012). In-service Education of Pre-school and Primary School Teachers in Teacher Centres. An Evaluation Model. In José Luis Gaviria Soto (Ed.) *Revista de Educación*, 359. Septiembre-diciembre 2012 (pp.431-455). DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2011-359-101
- Mercer, N. (2000). *Words and Minds: How We use Language to Think Together*. London: Routledge.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2005). *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*. Burlington: Elsevier.
- Moreira, M. M. (2012). *Freedom to Teach and Learn Literature: The Use of Concept Maps*. Bloomington, IN: Palibrio.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A Twelve-year Longitudinal Study of Science Concept Learning. *American Educational Research Journal Spring*. Vol. 28, No. 1, pp. 117-153.
- Novak, J. D. (2010). *Learning Creating and using knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. New York: Routledge.
- Phye, G. (1997). Learning and Remembering: The Basis for Personal Knowledge Construction. In Gary D. Phye (Ed.), *Handbook of Academic Learning: Construction of Knowledge* (Chapter 2, pp. 107-115). San Diego, CA: Academic Press.
- Piaget, J. (1959). *The Growth of Logical Thinking: From Childhood to Adolescence*. United States: Basic Books.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language*. New York, NY: MIT Press.

ORGANIZADORES GRÁFICOS PARA AFIANZAR COMPETENCIAS LECTORAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE PRIMER SEMESTRE

(GRAPHIC ORGANIZERS TO ENCOURAGE READING COMPETENCES IN FIRST SEMESTER UNIVERSITY STUDENTS)

María del Pilar Toro Rodríguez, Mauricio Esteban Buitrago Roperó
Universidad Libre, Colombia
mariadelpilartororodriguez@gmail.com, mauricioe.buitragor@unilibrebog.edu.co

Abstract. Graphic organizers are a tool to facilitate cognitive processes that serve to represent and generate knowledge. In the present study, a proposal has been constructed that aims to strengthen reading skills in students of first semester of higher education who do not meet the standards set by the Ministry of National Education of Colombia (MEN). This research is based on the use of three types of graphic organizers (textual radiography, concept maps and conceptual mindfacts) as support tools to strengthen the development of reading skills, specifically comprehension and interpretation skills. The study was developed with first semester students of a regional university of technological nature located in the Department of Tolima. A diagnostic test was carried out with two short texts, one journalistic and one literary; followed by an interview with a series of open questions. Results from the test showed low student performance. During the following academic semester, a didactic strategy based on the use of the abovementioned graphic organizers is proposed and developed. Subsequently, a post-test is applied with the same two texts and questions. The results of this test show that graphic organizers contribute to the consolidation of reading skills, and on the other hand indicate that each graphic organizer fulfills a specific function: the textual radiography serves to verify the thematic coherence and facilitates the extraction of subtopics and main ideas. In addition to this, the concept map helps to find the conceptual network on which the text is based, as well as the hierarchy of the concepts that make up this network, while the conceptual mindfacts facilitate the delimitation of the macro conceptual categories. In this way, graphic organizers, used together as tools for organizing and representing ideas and concepts, allow the development of text comprehension and interpretation.

Resumen. Los organizadores gráficos constituyen una herramienta para facilitar procesos cognitivos que sirven para representar y generar conocimiento. En el presente estudio, se ha construido una propuesta que tiene como objetivo afianzar las competencias lectoras en estudiantes de primer semestre de educación superior que no alcanzan los estándares que plantea el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia frente a dichas competencias. Esta investigación se basa en el uso de tres tipos de organizadores gráficos (la radiografía textual, los mapas conceptuales y los mentefactos conceptuales) como herramientas de apoyo para afianzar el desarrollo de las competencias de lectura, concretamente las competencias de comprensión e interpretación. El estudio se adelantó con los estudiantes de primer semestre de una corporación universitaria regional de carácter tecnológico ubicada en el Departamento del Tolima. Para ello, se realizó una prueba diagnóstica con dos textos cortos, uno periodístico y otro literario; seguido de una entrevista con una serie de preguntas abiertas. Los resultados de la prueba mostraron un bajo rendimiento estudiantil. Durante el siguiente semestre académico, se plantea y desarrolla una estrategia didáctica basada en el uso de los organizadores gráficos mencionados. Posteriormente, se aplica una prueba de salida con los dos mismos textos y preguntas. Los resultados de esta prueba evidencian que estos últimos contribuyen al afianzamiento de las competencias lectoras en estudiantes universitarios de primer semestre pero además, indican que cada organizador gráfico cumple una función específica dentro de la propuesta: la radiografía textual sirve para verificar la coherencia temática del texto y facilita la extracción de subtemas e ideas principales, el mapa conceptual ayuda a hallar la red conceptual sobre la cual se basa el texto así como la jerarquía de los conceptos que componen esta red, mientras que el mentefacto conceptual facilita la delimitación de las macro categorías conceptuales. De este modo, los organizadores gráficos, usados en conjunto como herramientas para la organización y la representación de ideas y conceptos, permiten el desarrollo de la comprensión e interpretación de textos.

Keywords: organizadores gráficos, mapas conceptuales, radiografía textual, mentefactos conceptuales, competencias lectoras, organización gráfica del conocimiento.

1 Introducción

Las instituciones educativas de educación media en Colombia tienen como fin preparar al estudiante para ingresar a la educación superior. La preparación de dichos estudiantes está dada, entre otras, por competencias que usualmente define el Ministerio de Educación Nacional (MEN) el cual establece unos indicadores de desempeño de dichas competencias que les permite a los estudiantes acceder a la educación superior con los niveles de formación esperados. Sin embargo, hablamos del “deber ser” pues el “ser” de la educación media en el país evidencia que los estudiantes ingresan a la universidad sin desarrollar de manera adecuada las competencias que se supone deben haber adquirido para afrontar los retos de los estudios universitarios.

En el caso de la presente investigación se buscó afianzar el desarrollo de las competencias lectoras del tipo “comprensión” e “interpretación” las cuales están definidas en los estándares del Ministerio de Educación Nacional

de Colombia. Para el desarrollo de estas competencias, se propuso el uso de 3 tipos de organizadores gráficos, a saber: mapas conceptuales, mentefactos conceptuales y radiografías textuales.

La investigación se llevó a cabo en el Programa de Derecho de la Universidad de Ibagué -UI- en convenio con La Corporación de Educación del Norte del Tolima -Coreducación-, institución universitaria de carácter regional y tecnológico ubicada en Honda, Tolima.

La población incluyó estudiantes de primer semestre del Programa de Derecho de la Corporación Universitaria que cursaban la asignatura de Metodología de la Investigación en el semestre 2017-A a los cuales se les aplicó una prueba diagnóstica con el objetivo de evidenciar si existía un bajo nivel de desarrollo de las competencias de comprensión e interpretación textual.

La prueba diagnóstica constaba de 2 textos cortos: uno periodístico y otro literario. Al primer texto se le asignaron 13 preguntas y al segundo 14. Dichas preguntas buscaban dar cuenta de las competencias de comprensión e interpretación de textos que tenían los estudiantes y fueron formuladas según los niveles de desempeño de competencias lectoras que define el MEN, y diseñadas de acuerdo con las pautas pedagógicas para elaborar evaluaciones diagnósticas propuestas por el Ministerio de Educación Argentino (2012). Para el análisis de los resultados, se tuvieron en cuenta sólo las respuestas de quienes cumplieran con los siguientes requisitos: estudiantes egresados de educación media sin títulos de educación superior, por un lado; y estudiantes con título de educación superior otorgado por el colegio de donde egresaron, por el otro (colegios técnicos, por ejemplo).

La muestra se definió en 16 estudiantes de un total de 26 que cumplían los requisitos anteriormente descritos para responder a la pregunta de investigación que orientó el estudio: “¿Existe una relación entre el uso de los organizadores gráficos y el afianzamiento de las competencias lectoras en los estudiantes universitarios de primer semestre?”

El análisis de los resultados de la prueba de entrada arrojó lo siguiente: el valor promedio para las preguntas con nivel alto fue de 4,08 sobre 10. El valor promedio para las preguntas con nivel medio fue de 3,07 sobre 7. El valor promedio para las preguntas con nivel medio fue de 1,32 sobre 4.

Luego de la implementación de la propuesta, estos resultados mostraron avances significativos en todos los niveles que contemplaba la prueba.

2 Marco Conceptual

Para la construcción del marco de referencia conceptual se redactaron dos preguntas orientadoras: ¿por qué el proceso de lectura es considerado en su fundamento, un proceso de organización de información?, ¿cuál ha sido el aporte de los organizadores gráficos (OG) en el desarrollo de competencias lectoras?

Las anteriores preguntas, cumplen un papel orientador que busca servir como marco de referencia conceptual que apoya la propuesta del uso de “Organizadores gráficos para afianzar las competencias lectoras en estudiantes universitarios de primer semestre”. Esta propuesta se pregunta si existe una relación entre el uso de los organizadores gráficos y el fortalecimiento de las competencias lectoras en los estudiantes universitarios de primer semestre, particularmente, las que se refieren a los procesos de comprensión e interpretación de textos.

2.1 Proceso Lector

Tomando como base los procesos psicolingüísticos implicados en la lectura se plantea que el proceso lector inicia con una identificación visual que va desde las letras hasta la idea de la oración, el párrafo, los capítulos, etc. Todo lo anterior genera redes relacionadas entre sí que esquematizan mentalmente la información. Desde este punto de vista, el lector elabora una red a partir de cuatro clases de ideas: (a) ideas extraídas del texto; (b) ideas activadas durante la lectura, procedentes del almacén de su memoria a largo plazo; (c) macro proposiciones o ideas importantes elaboradas y seleccionadas de forma estratégica, y (d) inferencias puente o conexiones entre ideas textuales.

De esta forma, la lectura, en su definición, es entendida no sólo como un ejercicio de decodificación de símbolos portadores de información no solo desde el punto de vista lingüístico, sino además de contenido metalingüístico por cuanto funge como una herramienta de adquisición de información de la realidad (tanto natural como artificial) que le permite a la persona adquirir herramientas de tipos socio cultural para que pueda convertirse en un sujeto activo y participativo en sus múltiples dimensiones. Al respecto, Olaechea (1986) afirma que la lectura es cerca de quince veces más efectiva como recurso de adquisición de información que la observación. Por otra parte, Gimeno-Sacristán (1999) sostiene que la lectura, junto con la escritura, son herramientas constructoras del sujeto, pero también de la cultura. Desde esta perspectiva, constituye una obligación de la escuela, preparar a sus estudiantes en el ejercicio de la lectura, no solo porque es uno de los pilares de cualquier proceso formativo, sino adicionalmente, porque con la lectura nos enfrentamos al desarrollo de habilidades del pensamiento que son fundamentales en la adquisición de contenidos y de saberes tanto teóricos como prácticos, e incluso axiológicos.

Ahora bien, en la tarea de enseñar procesos de lectura en la escuela, existen al menos tres enfoques que identifica Jiménez (2014, p. 66):

el enfoque sintético (bottom up, que aconseja comenzar el proceso de comprensión por las palabras, modelo ascendente o data-driven), el modelo analítico (top down, que recomienda empezar dicho proceso por los aspectos más generales del texto, modelo descendente o conceptually driven) y el modelo interactivo (entendido como la complementación del bottom up con el top down), siendo este último el más usado en los últimos años.

Todos estos enfoques apuntan a que es posible adentrarse, desde distintos métodos y estrategias, en procesos de desarrollo de la comprensión de lectura a partir de ejercicios de organización, relacionamiento y jerarquización de la información. Estas propuestas están recogidas en estudios como los de Holmes (1965) que abordan el modelo del sustrato de Gough y Tunmer (1986) basado en un modelo de procesamiento de la información; aparecen también los estudios de Rumelhart, Hinton & Williams (1986) con su enfoque basado en el modelo interactivo, o Kintsch & Van Dijk (1978) que abordan el modelo inferencial. La presente investigación se apoya en modelos que mezclan varios enfoques como los de Gough y Rumelhart en los cuales se considera la lectura como un ejercicio de adquisición de información el cual ha sido estudiado ampliamente por la psicología cognitiva. Así pues, desde esta perspectiva, adquiere relevancia preguntarse por los aspectos que favorecen u obstruyen dicho proceso. Algunos de estos aspectos están explicados desde las teorías de adquisición y procesamiento de la información como la Teoría de la Carga Cognitiva de Sweller (1988), la Teoría de la Codificación Dual de Paivio (1991) y la Teoría de los Esquemas de Rumelhart (2000).

Vale aclarar que la investigación en ciernes, apunta hacia el estudio del papel que pueden jugar los organizadores gráficos de información tales como las radiografías textuales, los mapas conceptuales (Novak, 1988; Novak & Cañas, 2006) y los mentefactos conceptuales (De Zubiría, 2000), en el desarrollo de habilidades para la representación, la organización y el procesamiento de conceptos e ideas, las cuales se consideran fundamentales en los procesos de pensamiento que subyacen a la comprensión e interpretación de textos.

2.2 La Representación Gráfica del Conocimiento y los Organizadores Gráficos

En la representación gráfica del conocimiento se tienen como base teorías concernientes al procesamiento de la información por parte del ser humano, es decir, aquellas teorías que estudian cómo, una vez proporcionada la información al sujeto, este la convierte en insumo para apoyar procesos de generación de conocimiento.

Son varios los estudios que consideran el papel y la importancia de los organizadores gráficos (OG) en procesos de representación, organización y procesamiento de información. En la literatura científica, sobresalen las investigaciones de Novak (1988), O'Donnell, Dansereau & Hall (2002), Hay, Kinchin & Lygo-Baker (2008); en ellos se examina, por ejemplo, el uso de mapas conceptuales en el desarrollo de procesos de aprendizaje. De esta forma, el estudio del origen de la representación gráfica como forma de representación, organización y procesamiento de información, describe a los organizadores gráficos como herramientas que se pueden usar en el campo educativo para favorecer procesos de adquisición, comprensión, interpretación y recordación de la información.

Según estos estudios, los OG sirven para modelar la manera como el cerebro humano lleva a cabo tareas relacionadas con la adquisición, el procesamiento y la gestión de la información, con el propósito de que esta pueda ser usada como insumo en tareas de generación de conocimiento y en procesos de desarrollo del aprendizaje (lo que plantea sus posibilidades desde el contexto escolar). Así pues, en el campo de la educación, estos OG, se centran en el estudio, el desarrollo y el uso de recursos (algunos digitales y otros no), que pueden servir como apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, el interés cada vez mayor por parte de educadores, estudiantes y padres de familia sobre el impacto de estas herramientas, debe centrarse en la posibilidad que ofrecen, en la solución de problemas de aprendizaje como el bajo desempeño en competencias de lectoescritura, o el escaso nivel de desarrollo de pensamiento formal, conceptual y argumentativo, entre otros.

Las investigaciones acerca del uso de OG en la representación gráfica del conocimiento son objeto de proyectos como los que se adelantan en el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC) liderado por el reconocido investigador educativo Joseph Novak y el experto en Informática Computacional, Alberto Cañas (Novak & Cañas, 2006). Estos investigadores sostienen que el desarrollo de habilidades del pensamiento ligado a tareas como la jerarquización de la información, la codificación y decodificación de los datos, y hasta la misma nominalización de los conceptos, reflejan el nivel de desarrollo del pensamiento de los individuos, y obedecen a tareas que pueden enseñarse en la escuela y potenciarse a partir del uso de algunas herramientas (algunas informáticas) que emulan y hacen “visible” las tareas cognitivas que se llevan a cabo en el cerebro de los aprendices. Este tipo de tareas, tal como sucede en la creación de mapas conceptuales con herramientas como CmapTools o Mind Manager, pueden capturar y reflejar de manera sistemática, las relaciones y significaciones conceptuales y semánticas que hace un aprendiz sobre un concepto o fenómeno (Park, 2007).

En todo caso, está por estudiarse de modo más profundo, la manera como se puede medir el impacto de dichos recursos en tareas específicas tales como la lectura, la escritura y la solución de problemas que implican el uso de lógica formal y no formal, en áreas que van desde la matemática hasta el lenguaje.

2.3 Las Herramientas de Representación Gráfica del Conocimiento: Usos Educativos en Procesos de Lectura

A nivel nacional, puede citarse el estudio elaborado por el Instituto para el avance de la investigación en educación, publicado por el Ministerio de Educación Nacional y el Portal Educativo Eduteka titulado Organizadores Gráficos (OG): revisión de Investigaciones con Base Científica (Instituto para el Avance de la Investigación en Educación (IARE), 2007). Este estudio señala que, debido a las características sociales y culturales de los estudiantes del nuevo milenio, estos privilegian y usan más frecuentemente el sentido de la vista, por lo cual se hace necesario potenciar lo que allí denominan el aprendizaje visual, entendido como una estrategia de enseñanza y aprendizaje que utiliza OG con el propósito de aprender más efectivamente. Esto ratifica algunos postulados de Regidor (2005), según los cuales a través de la vista se capta más del 80% de la información que llega a nuestros sentidos. En segundo lugar, el estudio refleja una correlación entre el uso de los OG (digitales y no digitales), y el desempeño de los estudiantes en los diferentes grados escolares. Los hallazgos demuestran, por ejemplo, que el uso de estos organizadores, minimizan la carga cognitiva de los estudiantes en tanto se centran en el desarrollo de esquemas gráficos que plasman las relaciones entre los conceptos estructurantes de una red conceptual o semántica, dejando de lado el uso de aquellos conceptos no estructurantes que no es posible “captar” al menos en los primeros acercamientos que se hacen a un concepto o idea.

Dentro del grupo de los OG, se encuentran los mapas conceptuales, los mapas de ideas, los diagramas causa-efecto, los mentefactos conceptuales, los diagramas de Venn, las radiografías textuales, etc. Está claro que estas herramientas son usadas en contextos y con propósitos distintos, pues facilitan operaciones cognitivas diversas como la categorización y la proposicionalización, entre otras. Así, la relación entre pensamiento y los OG, radica en la posibilidad que estas últimos ofrecen en el desarrollo y fortalecimiento de operaciones mentales que configuran el pensamiento.

A propósito de lo anterior, Agustín Campos Arenas (2005) cita en su libro “Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del Conocimiento” a Donald F. Dansereau, Profesor Emérito de

Psicología y Asesoramiento científico de la Texas Christian University (TCU), quien asevera que los OG benefician el desarrollo de las habilidades comunicativas de los estudiantes que las emplean porque:

- Diagnostican su estructura permitiendo identificar problemas lingüísticos.
- Facilitan el desarrollo y la asimilación de vocabulario.
- Mejoran la discusión grupal de un contenido o dominio específico.
- Facilitan la integración de información contenida desde diversas fuentes.
- Mejoran la esquematización de contenidos.
- Son una manera eficaz de identificar las ideas fundamentales y las relaciones entre conceptos de diferente nivel de complejidad.
- Conducen a la formación de imágenes mentales que pueden usarse para guiar el recuerdo de proposiciones verbales.
- Ayudan a compensar el deficiente desarrollo de habilidades verbales de los estudiantes.

Se añadirían a las anteriores, razones como las que expresan Tony Buzan (2013) y el mismo Joseph Novak (1988), quienes señalan que algunos OG como los mapas mentales y los mapas conceptuales, ayudan a los estudiantes de cualquier disciplina, a aprender a aprender, a retener mayor y mejor información, y a construir estructuras cognitivas cada vez más organizadas y lógicas.

3 Metodología

El paradigma en el cual se inscribe la investigación es el cualitativo. La metodología en la que se basa es la Investigación-Acción y los instrumentos de recolección de información incluyeron entrevistas, diarios de campo, pruebas de entrada y salida. La población muestra fue seleccionada por conveniencia y consta de 16 estudiantes de pregrado quienes cursan primer semestre de universidad. Los investigadores evaluaron la validez de la prueba de entrada y salida antes de su implementación. Los datos cuantitativos recogidos en la prueba se analizaron estadísticamente.

4 Diseño e Implementación de la Propuesta

La implementación de la propuesta se llevó a cabo a partir del siguiente procedimiento que involucró 5 fases:

- Fase 1: Lectura de un texto previo
- Fase 2: Construcción de una radiografía textual donde se le solicitó al estudiante revisar si es posible que cualquier persona que lea su radiografía textual pueda comprender el contenido del texto sin tener que leerlo. Luego de ello, se le pide que determine si el texto tiene coherencia y teniendo una visión global del texto, que ubique la idea principal y 3 ideas secundarias del texto.
- Fase 3: Realización de un mapa conceptual. Allí se le pidió a los siguientes que recordaran que la idea del mapa conceptual era conceptualizar y permitir la jerarquización de los conceptos de la red conceptual del texto. Al finalizar se solicitaba al estudiante que verificara si los conceptos expresados y explicados en el texto se encontraban dentro del mapa.
- Fase 4: Realización de un mentefacto conceptual que diera cuenta de un ejercicio de explicación conceptual del tema central desarrollado en el texto. Dicho mentefacto conceptual debía señalar los cuatro componentes de un concepto, es decir la supraordinación, la exclusión, la infraordinación y la isoordinación. Para ello, el estudiante debía apoyarse de los dos primeros OG.
- Fase 5: Responder las preguntas de la prueba.

Una vez desarrolladas las 5 fases, se aplicó la prueba final con la cual se evaluó la incidencia de los OG en el afianzamiento de las competencias lectoras de dichos estudiantes. A partir de allí, se analizaron comparativamente los resultados de las pruebas de entrada y de salida aplicadas a los estudiantes.

El proceso de implementación de la propuesta implicó:

1. Planeación: la aplicación de la propuesta debía guardar armonía con la asignatura donde se llevaría a cabo. En este caso, la asignatura seleccionada fue la de Metodología de la Investigación aplicada al Derecho en la cual se integraron los OG al Plan de Asignatura. Allí se planeó la aplicación de la propuesta clase a clase (con una duración de un semestre académico correspondiente a 16 semanas). La orientación sobre lo que son y cómo funcionan los organizadores gráficos se planeó y ejecutó desde el primer día de clases.
2. Uso de herramientas TIC: para llevar a cabo la investigación y realizar seguimiento del Plan de la Asignatura, se hace uso de una página web diseñada por los investigadores. La página web fue una herramienta usada en clase tanto para el desarrollo de la misma como para la realización de actividades extra-clase. En ella se desarrolló todo el Plan de Asignatura, por lo que el estudiante tenía la posibilidad de encontrar los temas explicados, ejemplos y ejercicios dentro de la página web. Adicionalmente, se ofreció a los estudiantes la posibilidad de trabajar con el programa Cmap Tools para la construcción de los mapas conceptuales que fue uno de los OG usados en la investigación.
3. Una vez enfatizada la importancia de organizar el pensamiento, se procedió a orientar a los estudiantes en el uso que se puede evidenciar en los OG propuestos para afianzar las competencias lectoras, ya que cada uno tiene una función específica la cual se aplicó dentro de la estrategia didáctica para afianzar competencias lectoras

La implementación involucró entonces el uso de tres OG, en su orden: la radiografía textual, el mapa conceptual y el mentefacto conceptual. El uso de cada uno de estos buscó, a través de un proceso de deconstrucción del texto, encontrar la lógica con la cual fue armado el texto. Entendemos para ello que la construcción de un texto responde al menos a dos procesos: uno que corresponde a un proceso de configuración del texto desde la estructura temática, y una vez definida esta, un segundo proceso de configuración desde la estructura conceptual y argumentativa. Estas configuraciones, en conjunto, denotan el entramado lógico con el cual se armó el texto.

De este modo, la radiografía textual buscó verificar la coherencia temática del texto y facilitar la extracción del tema (tópico general), los subtemas (que definen la orientación temática de cada párrafo), y los minitemas de cada subtema (que corresponden a las ideas que configuran más tarde las oraciones con las que se construyen los párrafos). Así, el tema representa la macro categoría temática/conceptual sobre la cual se engloban y desarrollan los distintos subtemas que componen el texto. Los subtemas describen las categorías temáticas/conceptuales particulares sobre las cuales se configura el armado de los párrafos del texto y reflejan tanto la coherencia temática como la lógica de construcción (inductiva o deductiva). Entre tanto, los minitemas u oraciones representan las ideas que denotan los argumentos que el autor usó y que expresó en forma de oración.

El mapa conceptual que se extrae del texto sirvió para deconstruir la red de conceptos abordados y desarrollados por el autor, así como la jerarquía de los conceptos que la componen. Otra intención del proceso de construcción del mapa conceptual del texto es encontrar los nodos conceptuales para empezar a determinar si estos, así como la misma red, coinciden con la organización temática que se obtuvo de la radiografía textual. En esto último resultó muy útil el uso de CmapTools pues el programa ayuda a encontrar y visualizar rápidamente estos nodos.

Por último, el mentefacto conceptual, que en su proceso de configuración implica la determinación de categorías de supraordinación, exclusión, infraordinación e isoordinación, se usó como un OG (especialmente útil en los textos periodísticos y científicos) que permitía conocer si conceptualmente, el tema había sido abordado y explicado en su totalidad como concepto por parte del autor.

De esta manera, y una vez explicados los usos, funciones y modos de construcción de cada OG, lo que se hizo con los estudiantes, fue desarrollar y proponer actividades de comprensión de lectura que debían ser abordadas primero, a partir de un proceso de deconstrucción de los textos que eran objeto de análisis en las sesiones de trabajo en las cuales se abordaron textos periodísticos, literarios y científicos. Una vez se deconstruían, se les entregaba una prueba con preguntas de comprensión e interpretación de los textos trabajados en clase. También, y a modo de actividades extraclase, se realizaron simulacros evaluativos que prepararon al estudiante para la aplicación y uso formal de los organizadores gráficos tanto en la asignatura orientada como en el resto de asignaturas que cursaban.

5 Resultados de la Aplicación de la Propuesta

Es de anotar que la sistematización de los resultados de la evaluación, por ahora abarca un 40% del análisis de la información por lo que todas las afirmaciones deben considerarse parciales. La realización de la prueba de salida (postest) se llevó a cabo en la penúltima clase. Las condiciones de realización de esta evaluación fueron las mismas que para la prueba de entrada (diagnóstico). Para ello, se aplicó la prueba final a todos los estudiantes del curso (26) pero únicamente se tuvo en cuenta a los 16 estudiantes que cumplían los requisitos “egresados de educación media sin títulos de educación superior” y “con título de educación superior otorgado por el colegio de donde egresaron (Colegios técnicos, por ejemplo).”

Al igual que sucedió con la prueba de entrada, las respuestas se clasificaron en respuestas “correctas”, “parcialmente correctas” e “incorrectas”. También se tuvo en cuenta el número de respuestas que los estudiantes contestaron durante la hora y media que tomó la prueba, observando la facilidad o destreza con la que los alumnos respondían a los cuestionamientos. Tuvieron un promedio de 3.3 minutos para resolver cada pregunta de la prueba. Adicional a ello, cada pregunta tenía uno de los siguientes 3 niveles de dificultad, a saber: alto, medio o bajo. Las preguntas de nivel alto tenían un valor de 10 puntos, las de nivel medio un valor de 7 puntos y las de nivel bajo un valor de 4. Para una evaluación que presente el total de sus respuestas de forma correcta, se debería obtener una puntuación total de 222 correspondiente a la respuesta de todas las preguntas con un 100% de asertividad.

Para indicar que el estudiante cumplía con niveles altos en términos de las competencias lectoras, debía superar el 80% de la puntuación total. Para cumplir con niveles medios debía superar el 60%, de lo contrario, se determina que el estudiante no cumple con los estándares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional.

El análisis de los resultados arrojó lo siguiente:

- a. El valor promedio para las preguntas con nivel alto fue de 7.63 sobre 10
- b. El valor promedio para las preguntas con nivel medio fue de 5,29 sobre 7
- c. El valor promedio para las preguntas con nivel medio fue de 2,8 sobre 4

Como se evidencia, para las preguntas con nivel alto, medio y bajo, los estudiantes lograron superar un 60% de respuestas correctas del valor asignado a las preguntas de nivel alto, medio y bajo, lo que significa que los estudiantes cuentan con niveles medios de comprensión e interpretación para todos los niveles de preguntas. El 100% logró resolver el cuestionario en su totalidad.

Lo anterior evidencia que efectivamente existe una relación entre el uso de OG y el afianzamiento de las competencias lectoras en estudiantes universitarios de primer semestre, cumpliendo así con el objetivo de la propuesta en la cual se pretendía afianzar estas competencias en estos estudiantes.

6 Recomendaciones

Según el análisis de resultados realizado, se puede concluir que la estrategia didáctica que tiene que ver con el uso de los OG para afianzar las competencias lectoras, efectivamente funciona según los objetivos de la propuesta y de la investigación. Sin embargo, se encuentran recomendaciones que surgen también de este análisis.

Estas recomendaciones se refieren por ejemplo a los textos sobre los que se pretenda aplicar la estrategia didáctica propuesta en esta investigación. Dichos textos deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. El texto debe ser coherente, de manera que pueda construirse un mapa conceptual y posteriormente un mentefacto; de otra forma, la construcción de los anteriores OG se convertirá más en una labor intuitiva que en un ejercicio académico. Es por ello que el primer paso es verificar la coherencia del texto por medio de la radiografía textual.
- b. No deben superar las cuatro páginas a un espaciado de 1 y una letra tamaño 12. De lo contrario, el primer paso -construir una radiografía textual- sería una tarea inacabable en tiempos prudenciales, adicionalmente, la construcción de un mapa conceptual se prestaría más para confusiones que para ejercer una tarea de

comprensión e interpretación de un texto. Lo anterior, basado en la experiencia con los estudiantes sujeto de la investigación, quienes, con ejercicios preparatorios para la prueba final, demostraron que una extensión mayor no solo ocupa más tiempo, sino que evidencia más interrogantes por parte de los estudiantes y menores resultados frente al objetivo inicial.

- c. Los estudiantes necesariamente deben haber apropiado la construcción de los organizadores gráficos propuestos pues de otra manera la estrategia no podría aplicarse según el objetivo de afianzar competencias lectoras.
- d. Igualmente, los estudiantes deben estar preparados para identificar cuál es la función de cada organizador gráfico dentro del análisis del texto.

Referencias

- Buzan, A. (2013). *Cómo Crear Mapas Mentales: Utiliza al Máximo la Capacidad de tu Mente*. Madrid: Ed. Urano.
- Campos Arenas, A. (2005). *Mapas Mentales, Mapas Conceptuales y otras formas de Representar el Conocimiento*. Bogotá D.C: Cooperativa Editorial del Magisterio.
- De Zubiría, J. (2001). *De la Escuela Nueva al Constructivismo. Un Análisis Crítico*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Gimeno-Sacristán, J. (1999). *La Educación que Tenemos, la Educación que Queremos*, Imbernón, F. (Coord.): La Educación en el Siglo XXI. Los Retos del Futuro Inmediato. Barcelona: Grao, 29-52.
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special education*, 7(1), 6-10.
- Hay, D., Kinchin, I., & Lygo-Baker, S. (2008). Making Learning Visible: The Role of Concept Mapping in Higher Education. *Studies in Higher Education*, 33(3), 295–311. <https://doi.org/10.1080/03075070802049251>
- Holmes, J. A. (1965). Basic Assumptions Underlying the Substrata-Factor Theory. *Reading Res. Quarterly*, 5-28.
- Instituto para el Avance de la Investigación en Educación (IARE). (2007). *Aprendizaje Visual, Metaestudio*. Eduteka. Retrieved May 15, 2018, from <http://eduteka.icesi.edu.co/modulos/4/122/>
- Jiménez, E. P. (2014). Comprensión Lectora VS Competencia Lectora : qué son y qué Relación Existe entre Ellas. *Isl*, 65–74
- Kintsch, T. A. V. D. W., & Van Dijk, T. A. (1978). Cognitive Psychology and Discourse: Recalling and Summarizing Stories. *Current Trends in Textlinguistics*, 61.
- Ministerio de Educación de Argentina. (2012). *Pautas Pedagógicas para Elaborar Evaluaciones Diagnósticas*. Min. de Educación. Argentina: Lengua. Obtenido de <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002736.pdf>
- Novak, J. D. (1988). Constructivismo Humano: un Consenso Emergente. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 6(3), 213–223. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51070/92966>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. *Information Visualization*, 5(3), 175–184. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126>
- Olaechea, J. B. (1986). *El Libro en el Ecosistema de la Comunicación Cultural*. Madrid: Pirámide. Fundación Sánchez Ruipérez.
- O'Donnell, A. M., Dansereau, D. F., & Hall, R. H. (2002). Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. *Educational Psychology Review*, 14(1), 71–86. <https://doi.org/10.1023/A:1013132527007>
- Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory: Retrospect and Current Status. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 45(3), 255.
- Park, J. (2007). Evolution of Concept Networks and Implications for Knowledge Representation. *Journal of Documentation*, 63(6), 963-987. doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.unisabana.edu.co/10.1108/00220410710836466>
- Regidor, R. (2005). *Las Capacidades del Niño* (Segunda ed.). Madrid: Ediciones Palabra, S.A.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning Representations by Back-Propagating Errors. *Nature*, 323(6088), 533.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.

PERCEPCIONES DE LOS INTERNOS SOBRE LAS CAUSAS DEL COMPORTAMIENTO VIOLENTO EN PRISIÓN Y SU REPRESENTACIÓN MEDIANTE EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES

(PERCEPTIONS OF INMATES ON THE CAUSES OF VIOLENT BEHAVIOR IN PRISON AND THEIR REPRESENTATION USING CONCEPT MAPS)

Meriem K. Gijón, José Gijón Puerta
Universidad de Granada, España
Email: meriemkg@ugr.es, josegp@ugr.es

Abstract. We present in this paper an analysis of the causes of interpersonal violence between male inmates in the Spanish context. Through a cycle of biographical interviews applied to 8 inmates -violent and non-violent men-, we created concept mapping to represent the knowledge generated in the research. To do that, we are categorized the perceptions of the inmates and we established what are the main influences in violent behavior in prison (criminal trajectory, family environment, type of crime and violence exercised previously, both by them and to them), and within them its key elements. From the content of the interviews analyzed, coded and categorized, it was transformed the conceptual content into concept mapping, one for each of the interviews. Also, was established, through its integration, a global knowledge model on interpersonal violence in prisons, which resulted in a global map of main categories and key elements of the interpersonal violence. The most important key elements represented in the global map were: violence as the natural status in jail and the violent acts that occur in prison; the abuse and traffic of drugs -in jail or before-; the family and its level of structure; and the type of crime for which the inmate has been convicted.

Resumen. Se presenta en esta comunicación un análisis de las causas de la violencia interpersonal entre reclusos hombres en el contexto español a través de un ciclo de entrevistas biográficas aplicado a 8 reclusos -violentos y no violentos-. Se han empleado mapas conceptuales para representar el conocimiento generado en la investigación, categorizando las percepciones de los internos y estableciendo los ámbitos que influyen en el comportamiento violento en prisión (trayectoria delictiva, ambiente familiar, tipo de delito y violencia ejercida anteriormente, tanto por ellos como sobre ellos) y, dentro de cada uno de ellos, sus elementos clave. A partir del contenido de las entrevistas analizado, codificado y categorizado, se transformó dicho contenido en mapas conceptuales, uno por cada una de las entrevistas, estableciendo a través de su integración un modelo de conocimiento global sobre la violencia interpersonal en las prisiones, que dio lugar a un mapa global de categorías definidas y elementos clave del proceso dentro de ellas. Los elementos clave más importantes representados en el mapa global elaborado son: la violencia como estatus natural en las prisiones y los actos violentos que se producen en ellas; el consumo y tráfico de drogas -dentro de la prisión o con anterioridad al ingreso-; la familia y su nivel de estructuración; y el tipo delictivo por el que el interno ha sido condenado.

Keywords: concept mapping, violent behavior, prisons, inmates

1 Introducción. Contextualización en la Investigación

El comportamiento violento en los seres humanos ha sido y sigue siendo ampliamente estudiado desde muy distintas disciplinas y perspectivas, siendo los fenómenos violentos también un foco de interés permanente en nuestra sociedad actual (Vargas, 2001; Sanmartín, 2013; Ghiglieri, 2005). Si bien agresión y violencia aparecen en múltiples situaciones, el comportamiento violento tiene implicaciones específicas cuando hablamos de contextos de gran complejidad, como son los centros penitenciarios, en los que las personas están privadas de libertad y se relacionan con otros reclusos y con profesionales (funcionarios de vigilancia, psicólogos, sanitarios, educadores, etc.) en formas reglamentadas y en tiempos y espacios determinados.

Es en el contexto de los centros penitenciarios de España en el que se focalizó nuestra investigación, considerando el comportamiento violento en dos sentidos: (a) como elemento delictivo que provoca el ingreso en prisión de determinadas personas; (b) como factor distorsionador de la vida en los establecimientos penitenciarios. Estos dos componentes nos permitieron realizar la propuesta de caracterizar los elementos que favorecen o frenan los comportamientos violentos de los internos (en ambos sentidos), a través de su propia voz y de la de los profesionales que trabajan en los centros penitenciarios (Chico, 1997; Rodríguez, López y Andrés-Pueyo, 2002) y, a la vez, establecer las funciones de los educadores y transformarlas en competencias necesarias para el desempeño de sus funciones (Gijón, M.K., 2017).

Para conseguir los objetivos propuestos, se estableció un diseño metodológico en el que se determinó una secuencia lógica de distintos instrumentos de obtención de datos: (a) un grupo focal a profesionales del medio penitenciario para tener un primer acercamiento a los elementos clave que caracterizan los comportamientos violentos entre los reclusos; (b) un instrumento biográfico narrativo (ciclo biográfico de tres entrevistas) a ocho

reclusos para caracterizar, a través de sus percepciones, los elementos clave de la conducta violenta en el medio penitenciario; (c) un grupo focal a educadores del centro penitenciario para conocer las dificultades que experimentan en su trabajo y la potencialidad del mismo para la prevención de los comportamientos violentos; (d) análisis de los documentos oficiales que establecen las funciones de los profesionales de centros penitenciarios (específicamente de los educadores) con el objeto de establecer las competencias que les son necesarias y sobre las que se podría realizar una propuesta formativa. Los instrumentos descritos se aplicaron en el Centro Penitenciario Sevilla II, previa autorización de la Secretaría General de Instituciones Penitenciarias (dependiente del Ministerio del Interior de España).

Los resultados de nuestra investigación, presentados como disertación doctoral, permitieron: (1) Establecer una amplia base documental sobre el comportamiento violento, tanto a nivel general como específicamente en el contexto penitenciario; (b) Categorizar las percepciones de los internos en cuanto a los elementos clave que favorecen o frenan el comportamiento violento en torno a cuatro categorías (causas de entrada en prisión, trayectoria delictiva, contexto de la prisión y factores personales), siendo los resultados representados mediante el uso de mapas conceptuales –*concept mapping*–; (c) Definir las competencias que deben poseer los educadores de centros penitenciarios, a partir del análisis de los documentos que establecen sus funciones y de la aplicación de un grupo focal a educadores; (d) Y realizar orientaciones para el diseño de una propuesta formativa modular dirigida a los educadores en centros penitenciarios.

La exposición a través de mapas conceptuales de los resultados de las entrevistas en profundidad efectuadas es el aspecto en que nos centraremos en esta comunicación.

2 Mapas Conceptuales para Representar el Conocimiento

Los “mapas de conocimiento”, derivados de los mapas conceptuales definidos por Novak y Gowin (1984), han sido empleados ampliamente en el mundo educativo, profesional y empresarial (Ibáñez, Gijón y González, 2014). En el modelo actual de mapa conceptual que más se ha desarrollado, han intervenido, entre otros, el propio Novak, siendo González (2008) quién ha sistematizado el uso en la enseñanza superior de los mapas conceptuales y el diagrama “V”.

Así pues, la literatura sobre el uso de los mapas y de las herramientas digitales que se han creado para ello es dilatada, aunque en el caso de los estudios sobre violencia no hemos encontrado referencias (específicamente su uso ha sido menor). En un contexto de conflicto internacional, podemos citar aquí el uso dado por el ejército canadiense para la caracterización de los talibanes en Afganistán en el proceso de formación de soldados que se destinaban al frente (Moore, 2012).

Una vez que se categorizaron y codificaron las entrevistas realizadas a los ocho reclusos del centro penitenciario Sevilla II, se procedió a la confección de los mapas conceptuales para la representación del conocimiento obtenido. En una primera fase, se consideraron todos los códigos existentes en el análisis, independientemente de su frecuencia o del número de internos que hablaron sobre el tema incluido en el código. Posteriormente, se refinó el mapa, eliminando los códigos con frecuencias bajas no significativas o que sólo eran indicadas por un interno. Este mapa puede ser considerado ya un modelo de conocimiento, que recoge los elementos clave que refuerzan o frenan el comportamiento violento en el medio penitenciario.

En una segunda fase, se confeccionaron, a partir de los códigos incluidos en el modelo de conocimiento, los mapas de los ocho reclusos entrevistados.

El resultado del proceso descrito anteriormente es el que se incluye en las Figuras 1, en la que se incluyen las categorías finales depuradas. Los colores representan las cuatro metacategorías básicas: Factores personales y familiares (azul); Trayectoria delictiva (naranja); Causas de entrada en prisión (verde); y medio penitenciario (rojo). Para las categorías más representativas se usó un trazo más grueso en el mapa.

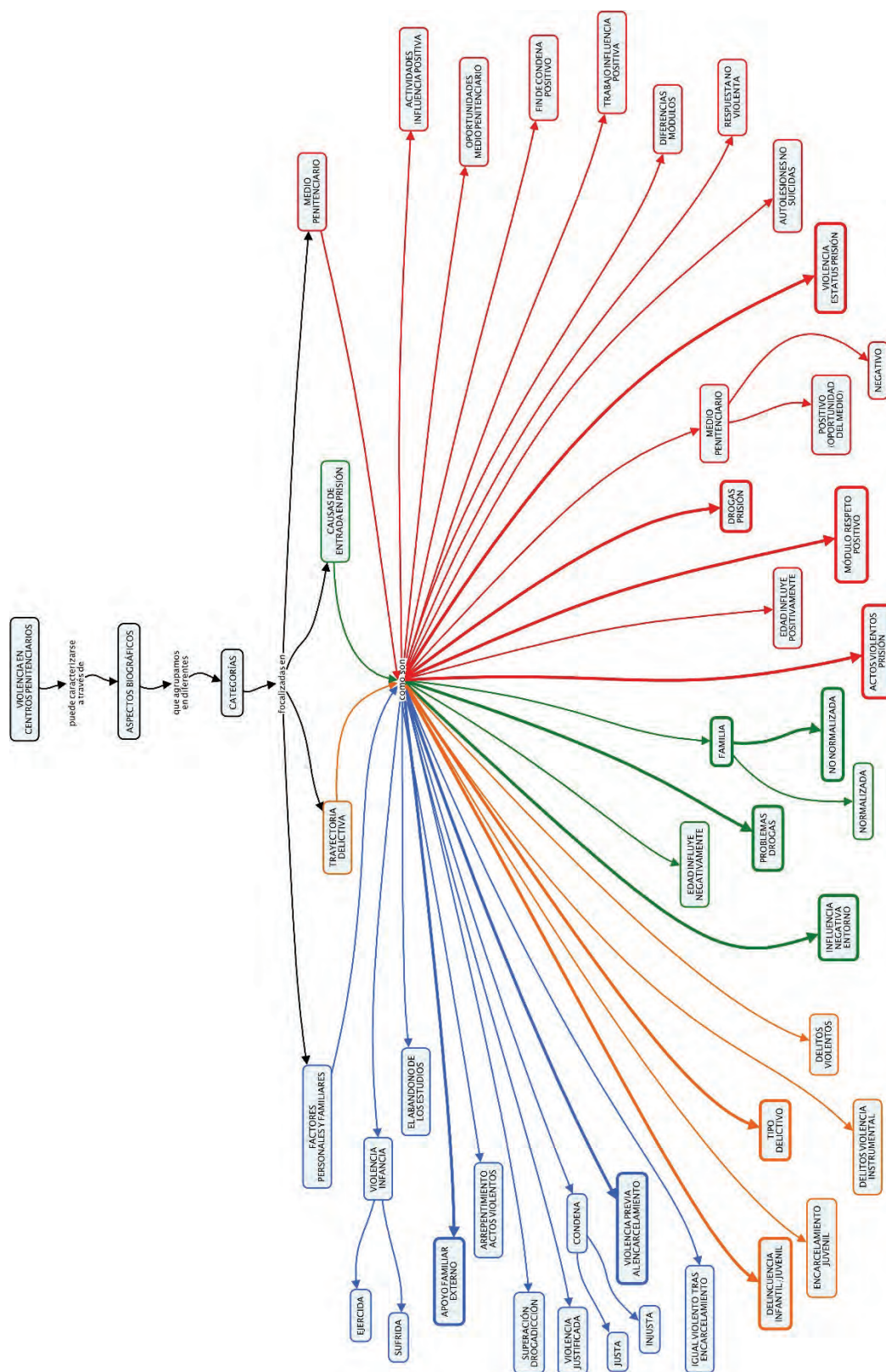


Figura 1. Caracterización del comportamiento violento (categorías depuradas)

Una vez se presentaron en forma de mapas globales la caracterización inicial del comportamiento violento, se incluyó la representación de las percepciones individuales de Álvaro, Bruno, Carlos, David, Enrique, Fabián, Germán y Hugo en ocho mapas conceptuales, de los que incluimos un ejemplo (Véase la figura 2).

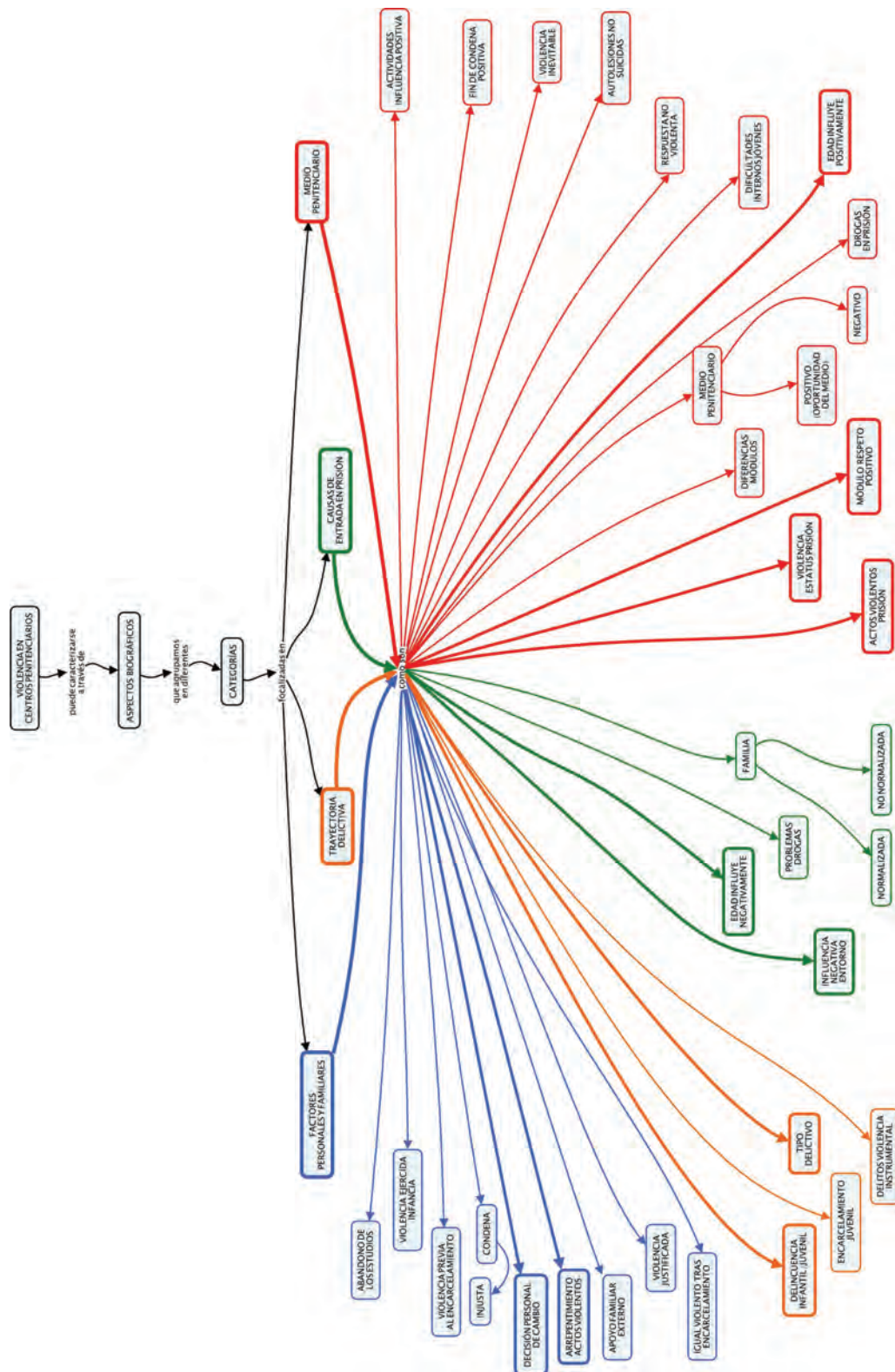


Figura 2. Percepciones de Álvaro

3 Resultados: Representación Global del Comportamiento Violento

La comparación de los distintos mapas individuales ha permitido confeccionar un mapa general que representa las percepciones más claras que, por parte de los ocho internos participantes, caracterizan los elementos clave del comportamiento violento en el medio penitenciario.

En la Figura 3, se puede ver el mapa global, que caracteriza el comportamiento violento, sus categorías y las relaciones entre ellas, en torno a:

Factores personales. Por una parte, destaca el comportamiento violento previo al encarcelamiento, conductas que son llevadas a cabo desde una edad temprana. Es reseñable que los reclusos valoran y tienen presente el apoyo de sus familiares en el exterior de la prisión.

Trayectoria delictiva. Dos códigos sobresalen en esta área temática: el precoz inicio de la carrera delictiva, que continuará en la edad adulta; y el tipo delictivo, en el que predominan los delitos en que se emplea la violencia de un modo u otro.

Causas de entrada en prisión. En este caso, son tres factores los que parecen determinar, según las percepciones de los reclusos entrevistados, la comisión de delitos y la ulterior condena a privación de libertad por los mismos. Se trata de la influencia negativa del entorno donde crecieron, la pertenencia a familias no normalizadas, así como problemas de drogadicción, en ocasiones, desde la infancia.

Medio penitenciario. En general, la percepción del medio penitenciario es que se trata de un ambiente violento. Esta violencia tiene diversas manifestaciones y causas, entre las que destacan la violencia para conseguir o mantener determinado estatus en prisión y la ocasionada por las drogas, ya sea por los conflictos que generan los reos cuando están bajo su efecto o por los motivados por el comercio ilícito de estas sustancias.

4 Discusión

Los resultados obtenidos en nuestra investigación no difieren de los hallazgos de investigaciones anteriores a nivel internacional, si bien nosotros nos centramos en las posibilidades de la educación en el ámbito penitenciario para la prevención y reducción de la violencia en prisiones. A pesar de la diferencia de contextos personal, social y penitenciario-legal, parecen existir unos aspectos generales comunes en la violencia interpersonal a todos ellos.

Por ejemplo, podemos indicar que las categorías y elementos clave establecidos en nuestra investigación son coincidentes en su conjunto con los vinculados al nivel de violencia en las prisiones a nivel internacional. Así, la organización internacional no gubernamental *Penal Reform International*, en su documento *Global Prisons Trends* (PRI, 2015), ha identificado como elementos que influyen en el nivel de violencia en las prisiones, entre otros, la violencia ejercida en la infancia sobre los reclusos, el consumo de drogas, la estructura familiar o el tipo de tratamiento que se recibe en prisión.

Por otra parte, si comparamos las percepciones de nuestros internos con los resultados con un estudio de corte cualitativo similar al nuestro, realizado en 2005-2006 en California, con 35 hombres y 35 mujeres exconvictos (Trammell, 2012), observamos la existencia de una “cultura” de violencia en prisión, que coincide básicamente con la percepción de que el medio penitenciario es violento y que en su estructura y funcionamiento esta violencia es parte importante de la forma de relacionarse los internos. En este mismo estudio, las causas de entrada en prisión y, especialmente, el consumo y tráfico de drogas, se presentan como elementos clave de la violencia interpersonal, coincidiendo también con nuestros hallazgos en el contexto español.

Finalmente, como en nuestro estudio, la importancia de la familia –tanto en la infancia como durante la estancia en prisión– se destaca en estudios internacionales, como uno de los factores más importantes para el encarcelamiento y como uno de los elementos claves para el control de la violencia interpersonal (Travis y Waul, 2003).

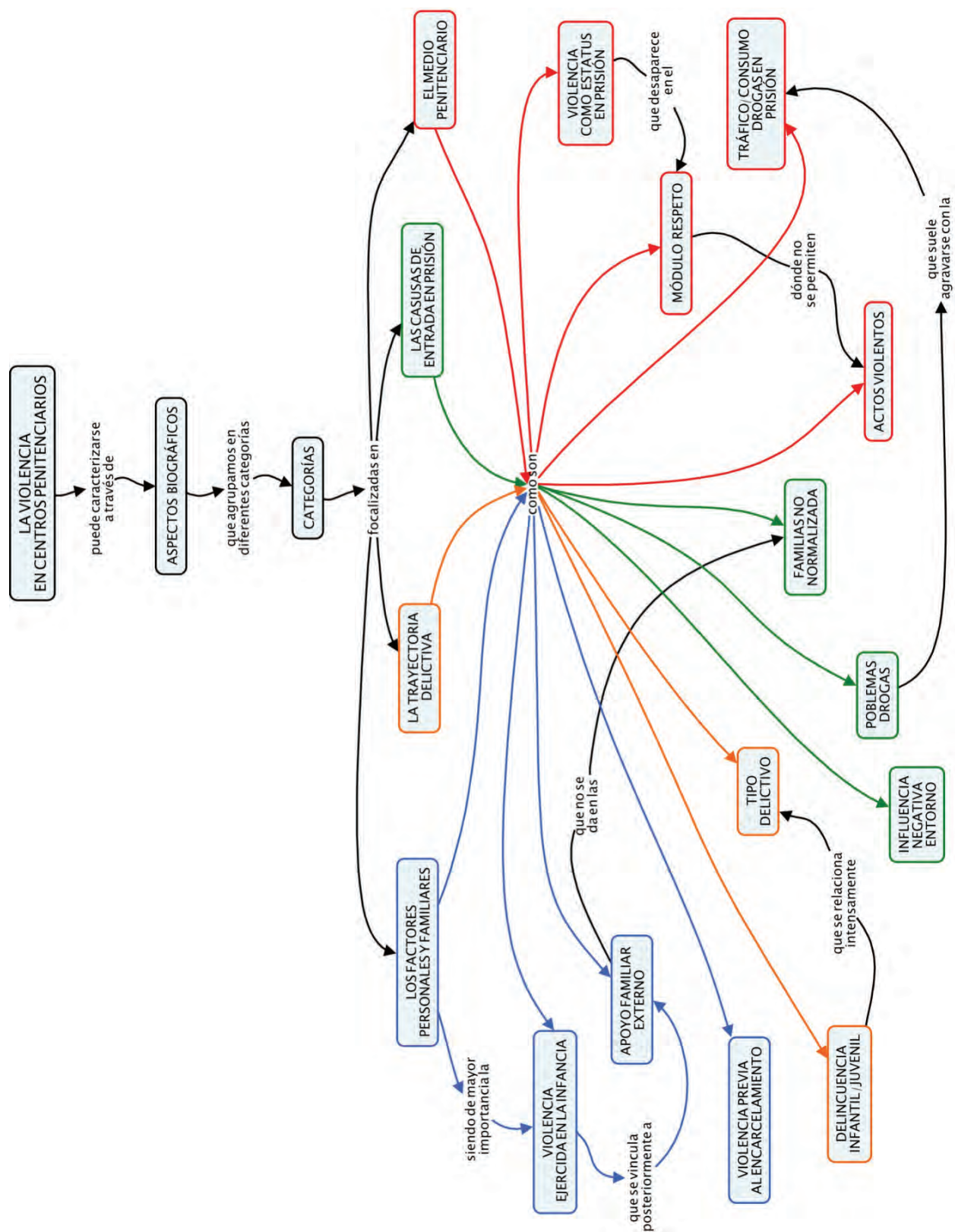


Figura 3. Caracterización del comportamiento violento (categorías finales)

5 Conclusiones

La categorización y representación de las percepciones de los reclusos sobre las claves de la violencia interpersonal en prisión nos permiten establecer unas primeras conclusiones –con las limitaciones derivadas del tamaño de la muestra estudiada–, sobre algunas de aquellas, lo que permitirá establecer las líneas de trabajo posterior para profundizar en la violencia en el medio penitenciario, y la orientación de medidas para su prevención. Son tres las recomendaciones que en este sentido podemos concluir a partir del estudio.

En primer lugar, podemos destacar que la biografía en la infancia y, sobre todo, el ejercicio de la violencia en esta etapa es considerada como un factor clave para la existencia de violencia interpersonal en prisión, lo que se puede vincular también a la importancia que se concede a la estructura y apoyo familiar. Este hecho reforzaría la necesidad de desarrollo de políticas sociales para la prevención de la violencia doméstica o familiar, especialmente la ejercida sobre los individuos en edades tempranas.

En segundo lugar, la trayectoria delictiva –en especial cuando se inicia en los jóvenes– es también considerada un factor clave para el desarrollo, lo que requerirá de una atención especial a los jóvenes que han cometido delitos por primera vez o que se encuentran inmersos en un contexto social de violencia cotidiana (barrios marginales, etc.).

Por último, la formación de los profesionales de instituciones penitenciarias para el trabajo con reclusos violentos y el apoyo a los reclusos para su formación en prisión parece ser el tercer elemento clave, en este caso, ya en el entorno de la prisión.

Referencias

- Chico, E. (1997). La Conducta Antisocial y su Relación con la Personalidad y la Inteligencia. *Análisis y Modificación de Conducta*, 23 (8), 23-36.
- Ghiglieri, M. P. (2005). *El Lado Oscuro del Hombre. El Origen de la Violencia Masculina*. Barcelona: Tusquets.
- Gijón, M.K. (2017) *Caracterización de los Elementos Clave que Influyen en el Comportamiento Violento en el Medio Penitenciario y Orientaciones para la Formación de Educadores* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España.
- González, F. (2008). *El mapa Conceptual y el Diagrama UVE. Recursos para la Enseñanza Superior en el Siglo XXI*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Ibáñez Cubillas, P., Gijón Puerta, J. & González García, F. (2014). Revisión del Conocimiento Acumulado sobre Mapas Conceptuales a Través del Análisis de Comunicaciones Presentadas en los Cinco Congresos Mundiales. En P. Correia, M. E. I. Malachias, A. J. Cañas & J. C. Novak (Eds.), *Concept Mapping to Learn and Innovate*. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Moore, J.W. (2012). Visualizing Irregular Adversaries: Applied Concept Mapping in the Military and Security Domain. En A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. Valletta, Malta: University of Malta.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Penal Reform International (2015). *Global Prison Trends 2015*. London: PRI.
- Rodríguez, A., López, J. M. y Andrés-Pueyo, A., (2002). Personalidad y Comportamiento Penitenciario. *Psicothema* 2002. Vol. 14, Suplemento 1, 90-100.
- Sanmartín, J. (2013). Huyendo de los Extremos. *Conciliación (Consilience) en la Explicación del Comportamiento Violento Humano*, 18, 269-286.
- Trammell, R. (2012). *Enforcing the Convict Code: Violence and Prison Culture*. Boulder, CO: Lynne Rienner Publisher.
- Travis, J. & Waul, M. (2003). *Prisoners once Removed. The Impact of Incarceration and Reentry on Children, Families, and Communities*. Washington DC: The Urban Institute Press.
- Vargas, L. A. (2001). *¿Qué es la Cultura? Conferencia en Ecología Humana: Medio, Cultura y Biología*. VIII Cursos de Verano en Sierra Nevada. Universidad de Granada.

PROMOTION OF GENDER EQUALITY THROUGH CMAPTOOLS IN A SCIENCE EDUCATION CLASS WITH STUDENTS OF THE BACHELOR'S DEGREE IN PRIMARY EDUCATION (BDPE)

M. Pérez de Villarreal¹, I. Rodríguez² & J. Veloz²

¹Universidad Pública de Navarra. Pamplona, Navarra, Spain

²Instituto Politécnico Nacional de México, México

Email: Mainer.perezdevillarreal@unavarra.es

Abstract. While the world has achieved some progress towards gender equality and women's empowerment, it is evident that there is still a shortage to achieve equality between men and women at the social and labour levels. According to the 2030 Agenda for Sustainable Development, 17 Sustainable Development Goals (SDG), were adopted to come into force since 1 January 2016. Among these objectives, the 4th (Ensure inclusive and quality education for all and promote lifelong learning) and the 5th (Achieve gender equality and empower all women and girls) were taken into account for designing an activity in the context of a Science education class of students of both sexes of the Bachelor's Degree in Primary education. Also, previous research (Sjoberg & Schreiner, 2005) showed evidence of the decrease in girls' interest for science and science related jobs or studies. Once the activity was implemented, results indicated students of BDPE enjoyed inquiring about scientific women who had to face difficulties and confront the society of the time, especially in professions considered more appropriate for men. They also created a concept map on each of the scientific woman selected by each group explaining why they had chosen her. These students, as future teachers, through activities in which they work on gender equality, will be the germ of an educational network, which can help in the achievement of the previously mentioned objectives.

Keywords: gender equality, science education, CmapTools, Bachelor's degree in primary education, concept mapping

1 Introduction

Even if some progress towards gender equality and women's empowerment is being achieved in the last decades, there is still a shortage to become equal in the social, economic and labour fields although this gap is greater in developing countries. The 2030 Agenda for Sustainable Development is a plan of action for people, planet and prosperity which seeks to strengthen universal peace in larger freedom (United Nations, 2015). In this Agenda, 17 Sustainable Development Goals (SDG) were adopted, containing 169 targets, which seek to realize the human rights of all and to achieve gender equality and the empowerment of all women and girls.

In the last 15 years, the international community has made a great effort to inspire and promote the participation of women and girls in science. Unfortunately, they continue to face barriers that prevent them from participating fully in this discipline. According to a study conducted in 14 countries, the probability of female students completing a bachelor's, master's and doctorate in some science-related subject is 18%, 8% and 2%, respectively, while the probability for male students is 37%, 18% and 6%. Although in the first world these percentages decrease, there is still a gender difference in terms of access to positions of greater responsibility (United Nations, 2015).

Other authors (Kenway & Gough, 1998) published an article with a focus in gender and science education, observing three distinct though not unrelated perspectives already mentioned in previous papers (Kaminski, 1982; Manthorpe, 1982). In the first place, the intellectual potential of girls was seen as a meaningful but untapped labour source for science and technology. The second perspective was concerned with equity and sought to identify and reform those factors which were seen to impede girls' achievement in science. The third focus was on the under-representation of women in science, arguing that the male nature of the practice of science was oppressive for women, hence their "science avoidance". Overall the emphasis was on research which could help getting more girls to study science and follow scientific careers (Kenway & Gough, 1998). For Butler (1983) many factors had been identified as contributing to the lack of girls and women in science courses and careers, among which she mentioned social factors (role models and sex role stereotyping), educational factors (enrollment patterns, parents/teachers expectations, classroom and extracurricular activities) and personal factors (spatial visualization).

More recent research (Sjoberg & Schreiner, 2005), focused on an international project called ROSE (Relevance Of Science Education), supported by the Research Council of Norway. It aimed to improve the theoretical understanding of the factors related to the relevance of the contents of science curricula in different cultural contexts. The theoretical foundations of the ROSE project assumed that scientific literacy and technology is necessary for the democratic participation of citizens in the techno-scientific decisions, personal autonomy and

socio-economic development of the nations. Likewise, in ROSE it was argued that scientific education must also promote gender equity and cultural diversity (Acevedo, 2005). The population under study was that of students who were about to finish secondary education (15-16-year-old). Spain participated in the project, although only with students from the Autonomous Community of the Balearic Islands (Vázquez & Manassero, 2004). ROSE analyzed the information provided by the participating students about different factors that could influence the attitude towards science and the motivation to learn sciences (Sjöberg, Schreiner & Stefánsson, 2004), such as:

- (i) Science and technology: the variety of related extracurricular personal experiences with science and technology
- (ii) Trust in Science: interest in learning different science topics and technology in different social contexts (cultural, political, religious, linguistic, etc.)
- (iii) Future and environment: the various points of view about school science derived from the previous experiences
- (iv) Experience in school science: beliefs about the nature of science and perceptions about scientists
- (v) Future work, plans and priorities: values, interests, aspirations, priorities and personal future expectations
- (vi) Work in science and technology: own feelings regarding the multiple environmental challenges

Results showed in (i) there was a broad agreement about the importance of science, technology and research in all countries, although in rich countries, youth were more ambivalent than adults, especially, girls. In most countries there was relatively little confidence in what scientists say, the girls trusting even less than boys. In (ii) science was not believed to be neutral and objective, being again the girls the ones believing it even less than the boys. This opinion was more indecisive in the less developed countries (Acevedo, 2005). In (iii), in all countries, it was believed that more attention should be given to the protection of the environment (boys less than girls, especially in many developed countries). Also (girls more than boys) thought environmental problems should not be left to the experts alone. Girls believed more than boys, S&T could not solve all environmental problems, and this belief was higher in developed countries. In (iv) in developed countries, students liked less school science than other subjects, (girls liked it less than boys), whereas in developing countries, they believed school science shows exciting new jobs. In (v), boys and girls from all countries (boys less than girls) would like to work on something that is important and significant, appropriate to their attitudes and values. In all countries (more in less developed countries) girls like more than boys help others. The boys of the Nordic countries give less value to this aspect. In all countries, boys would like more than girls to work with machines and tools being girls very reluctant to this in developed countries. In (vi), students from developed countries (especially girls) did not want to be scientists. Girls from developed countries did not want to work in technology (especially in Japan and in the Nordic countries). The boys were less reluctant to this in developed countries (except in Japan) and favorable in less developed countries.

It is inside the 4th point of ROSE project (beliefs about the nature of science and perceptions about scientists) in which we considered to develop our didactic activity, as a germ to bloom in society, being conscious and humble enough about the possibilities of contributing to a little change in students' perception. For that, we assumed the 5th SDG (Sustainable Development Goal) of the 2030 Agenda (United Nations 2015), which tries to achieve gender equality and empower all women and girls, by designing a didactic activity in the context of a Science education class of students of both sexes of the BDPE. The didactic tool we decided to use was Concept Mapping through CmapTools (Cañas et al, 2004)), since it is a process of meaning-making and constitutes an advanced organizer (Willerman & Mac Harg, 1991). This implies taking a list of concepts, concept being a perceived regularity in events of objects or records of events or objects, designated by a label (Novak, 1998; Novak & Gowin, 1984; Cañas et al., 2000) and organize them in a graphical representation where concepts are linked by connectors, forming a proposition with absolute meaning by itself.

The general aim of this work was to contribute to the scope of this “equal opportunities” for girls and boys, by changing the current educational paradigm. For that, a didactic activity was designed for students of the BDPE, consisting in the inquiry of scientist women who faced difficulties to perform their professional careers and brought their knowledge, invention or discovery to humanity. This way, they could become references for the future girls who have to overcome preconceived ideas about science in most countries, as indicated by the ROSE project (Sjöberg & Schreiner, 2005).

2 Material and Methodology

In order to achieve full and equal access to and participation in science for women and girls, and further achieve gender equality and the empowerment of women and girls, the United Nations General Assembly adopted resolution A/RES/70/212 (Resolution adopted by the General Assembly of United Nations on 22 December 2012), declaring 11 February as the International Day of Women and Girls in Science. It is under this frame the following didactic activity (Table 1), was designed for a classroom of 62 Bachelor's Degree Primary Education students at the Universidad Pública de Navarra (Pamplona, Spain).

TITLE	PRACTICAL ACTIVITY 3: “INTERNATIONAL DAY OF WOMEN AND GIRLS IN SCIENCE: FEBRUARY 11th ”
DESCRIPTION	Inquiry activity and oral exhibition by groups: February 11th is the International Day of Women and Girls in Science. According to the United Nations, science and gender equality are vital to achieve the Sustainable Development Goals, included in the 2030 Agenda (which includes the 17 Sustainable Development goals to transform our world). In the last 15 years, the international community has made a great effort to inspire and promote the participation of women and girls in science. Unfortunately, they continue to face barriers that prevent them from participating fully in this discipline. According to a study conducted in 14 countries, the probability of students completing a bachelor's, master's and doctorate in some science-related subject is 18%, 8% and 2%, respectively, while the probability for male students is 37%, 18% and 6%. Although in the first world these percentages decrease, there is still a gender difference in terms of access to positions of greater responsibility. To contribute to the scope of this "equal opportunity", the choice of a scientific woman or inventor who in your opinion has contributed to change the course of the world or whose contribution to science is significant, has been considered as a practical activity. Inquire about her life and work and reflect on what difficulties you have encountered or could find in her professional life according to the time she lived or lives. Justify the reason for your choice and if her contribution had its application in science or served to improve the welfare of humanity and in what sense.
SPACE	Ordinary classroom
TIME	A practical class of the subject “Teaching Natural Sciences”, which belongs to the second course of BDPE.
RESOURCES: -HUMANS -MATERIALS	- Teacher and practical groups (15) - Mobile, laptop, internet, paper, pen, blackboard.
GROUPS	Medium groups (15)
ANNEXES	http://www.un.org/es/events/women-and-girls-in-science-day/ http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/mdgs/
CROSS-CUTTING ISSUES	Integral education, Sustainable development Moral and civic education, Gender equality
EVALUATION	Teacher's rubric and rubric for peer evaluation. The final grade will be the average score obtained in both rubrics.

Table 1: This table represents the activity designed for commemorating the International Day of Women and Girls in Science.

As a tribute to all the scientist women who had made a relevant discovery for humanity, students in medium groups (15 groups in total), had to make the choice of a scientific woman or inventor who in their opinion had contributed to change the course of the world or whose contribution to science was significant. They had to inquire about her life and work and reflect on what difficulties she could have encountered or could find in her professional

life according to the time and place she lived or lives. Later on, students had to justify the reasons for their choice and if the scientist's contribution had its application in science or served to improve the welfare of humanity and in what sense and if she had obtained recognition for it. Once this work was done, they had to select the relevant concepts and build a concept map about the scientist woman selected by using CmapTools, so that at the end, a Knowledge Model was built among all the students (González, 2008), including all the scientist women selected by the 15 groups.

2.1 Creation of the Knowledge Model "Women and Science" by all the Students' Groups

The fifteen students' medium groups selected scientist women, who made research in different fields such as astronomy (Jocelyn Bell and Vera Rubin), chemistry (Rosalind Franklin and Margarita Salas), physics (Katherine Johnson, Dorothy Vaughan, Mary Jackson and Lise Meitner), biology (Jane Goodall and Barbara Mc Clintock), and engineering (Hedy Lamarr, Elena García Armada and Mae Jemison). From all 13 scientists, only 2 were Spanish (15,4%) and only Rosalind Franklin, Jane Goodall and Katherine Johnson, Dorothy Vaughan and Mary Jackson were chosen by two groups. The methodology used for developing the Knowledge Model followed constructivism, and meaningful learning (Ausubel, 1968).

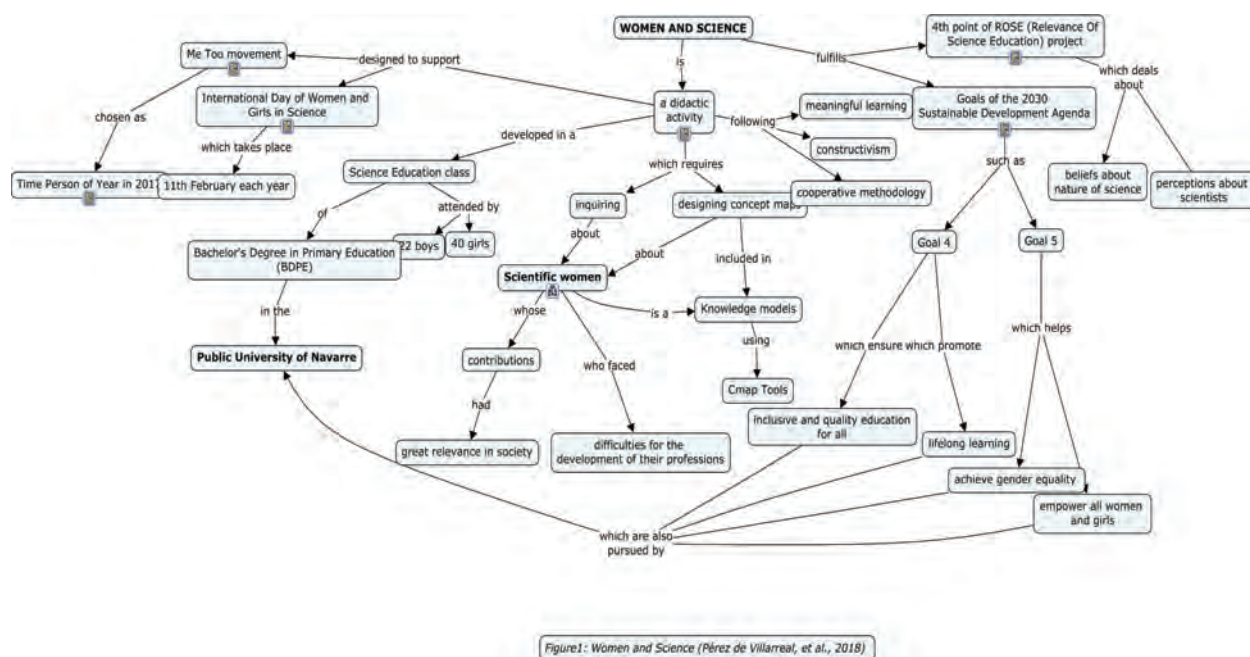


Figure 1. This concept map shows the activity "Women and Science" and it is the root map which is the interface for the rest of subordinate concept maps. Available at: <http://cmap.unavarra.es/rid=1SG8PH1P2-1P905KL-1ST/ACTIVITY%20WOMEN%20AND%20SCIENCE.cmap>

2.1.1 Rubric for coevaluation of the oral defense of the concept maps.

After working together and constructing their concept maps, students had to defend orally their selection emphasizing in some aspects, of the rubric such as:

- Selection of an interesting researcher
- Coherent and meaningful explanation about her life and work
- Proper oral expression, without errors
- Reflection on her work and the context in which she spent her life
- Application of her achievement

The coevaluation rubric, had four evaluation scores for each of the items mentioned above, like:

- Poor (1 point)
- Basic (2 points)
- Good (3 points)
- Excellent (4 points)

Each group evaluated the work of another group, so that at the end, we had the coevaluation score and the teacher's score and the final grade was the media obtained between both scores.

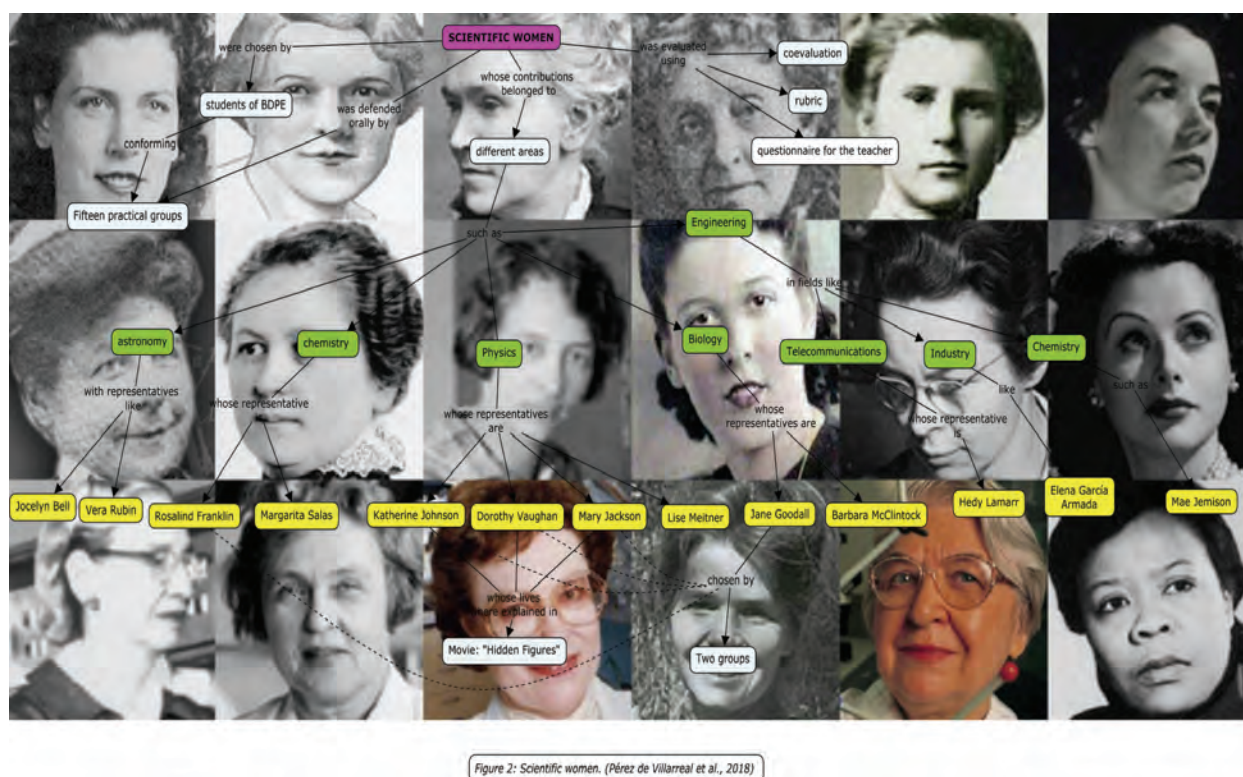


Figure 2. This concept map shows “Scientific Women” chosen by the fifteen students’ groups according to their preferences. Available at: <http://cmap.unavarra.es/rid=1SG91XTZC-PB0HLQ-7TS/SCIENTIFIC%20WOMEN.cmap>

2.2 Questionnaire for the Students.

2.2.1 Questions Asked to the Students.

For getting to know the usefulness of this activity and if the initial goals had been obtained, we designed a questionnaire with the following questions:

-Please, indicate your degree of agreement / disagreement with the following affirmations, where 4 = Completely agreement and 1 = completely in disagreement. There is a gap in equality between genders:

- when it comes to accessing science careers
- when entering the labour market
- at the time of accessing the highest paid academic, political and professional positions
- at the time of accessing professions related to the upbringing and care

-Practical activity 3 "Woman and Science", (in one scale from 0 to 4, being 4, Strongly agree and 0 very much in disagreement):

- Does it allow to give greater visibility to gender inequality in an educational and scientific context?
- Do you think that its didactic transposition in the school, as future teachers, will empower the girls to decrease the existing inequality?
- Does education have a relevant role to eliminate or alleviate gender inequality?
- As future teachers, what do you think could favor the elimination or reduction of existing inequality between genders?

GROUPS	SCIENTISTS	DIFFICULTIES											SCORE
		SOCIETY OF THE TIME	MALENESS	RACE	ORIGIN	FAMILY	WAR	EXILE	LACK OF RECOGNITION	BEAUTY	AGE	ECONOMICAL	
1	Jocelyn Bell	1	1		1				1				4
2	Hedy Lamarr	1	1		1		1	1		1			6
3, 13	Rosalind Franklin	2	2			2			2				8
4	Vera Rubin	1	1										2
5	Elena García Armada											1	1
15,9,6	Katherine Johnson	3	3	3					3				12
	Mary Jackson	3	3	3		3			3				15
	Dorothy Vaughan	3	3	3					3			1	13
7	Lise Meitner	1	1				1	1	1			1	6
8	Margarita Salas	1	1								1		3
12, 10	Jane Goodall	2	2		2				2			2	10
11	Barbara Mc Clintock	1	1								1		3
14	Mae Jemison	1	1	1									3
	TOTAL SCORE	20	20	10	4	5	2	2	15	1	2	5	86
	PERCENTAGE	23,26%	23,26%	11,63%	4,65%	5,81%	2,33%	2,33%	17,44%	1,16%	2,33%	5,81%	100%

Table 2: Table showing the difficulties students assumed for each of their selected scientific women.

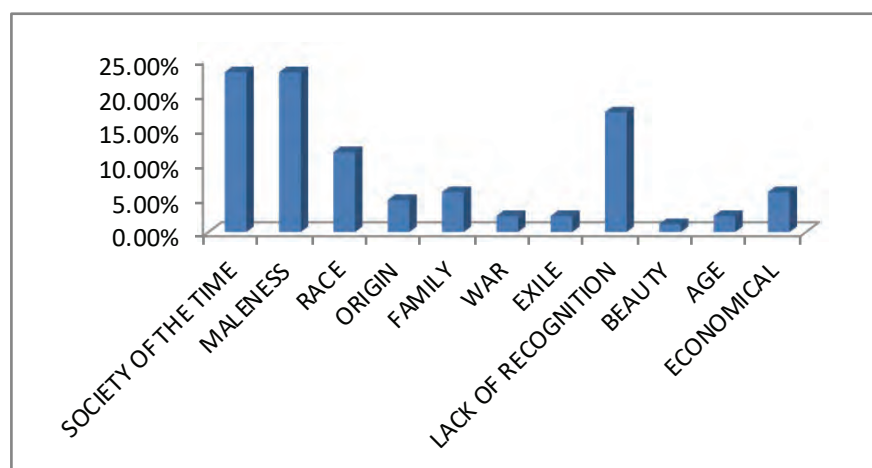


Figure 4: Graphic showing the percentages of each of the difficulties perceived by the students of BDPE.

3.2 Questionnaire for the Students

The survey was answered by 39% of the students, being 80% women and 20% men. From them, 84% were aged between 20-23 years old, 4% between 27-30, and 12% more than 30 years old. Of the total of students, 40% received science training in high school, 12% training in humanities and 48% in social sciences. Pre-Grade training had been high school in most cases (79%), whereas the rest had received job training (8%) and 13% had taken another degree or bachelor's degree.

When it came to answer if students considered there was a gap in equality between genders: once accessing science careers, 67% agreed, whereas 2% did not agree and 2% did not answer; when entering the labour market, 72% considered there was a gap, 24% there was not, and 4 % did not answer; at the time of accessing the highest paid academic, political and professional positions, 67% agreed in the gap, 29% did not agree and 4% did not

answer; at the time of accessing professions related to the upbringing and care, 80% agreed in the existence of the gap, whereas 16% did not and 4% did not answer.

As an evaluation for the Practical activity 3 “Woman and Science”, and to check if the initial goals had been obtained, we posed some questions (see 2.2.1) getting the following results: 100% of the students surveyed considered this activity allowed giving greater visibility to gender inequality in an educational and scientific context (answering 64% as excellent, 24%, good and 12% adequate) ; again, 100% deemed its didactic transposition in the school, as future teachers, would help empowering the girls and therefore, decreasing the existing inequality (answering 64% as excellent, 32% good, and 4% adequate); last, but not less important, again 100 % of the surveyed students considered education had a relevant role to eliminate or alleviate gender inequality (answering 92% as excellent, 4% good and 4% adequate).

4 Discussion

Although the function of role models has been questioned in improving attitudes toward or in increasing the number of women in science, many studies suggest it has a positive effect and it is suggested it should be included in the science curriculum. In addition, universities such as Stanford University and / or Massachusetts Institute of Technology (MIT) have successfully used undergraduate women in science and engineering to recruit high school girls to those fields. Perhaps, the most effective role models for science classes are women or girls only a few stages ahead of one's students and girls might form science clubs at both the elementary and junior high levels to encourage those in the lower grades. This way, social perceptions of acceptance and belonging could be fostered and perhaps the negative attitudes developed between age 9 and 13 (Butler, 1983) and observed also in 15 (Sjoberg & Schreiner, 2005) could be ameliorated. During the early high school years, girls should have the opportunity to speak with both collegiate undergraduate and graduate women in science as well as professional female scientists and engineers. Conscious efforts may be needed in the beginning, but -as students, teachers, counselors and administrators practice these strategies, they will become routine. The recognition of inequalities in science classrooms and the implementation of remedial instructional and curricular strategies is a critical first step in improving the science education for women. Science teachers as well as educators of science teachers, should be cognizant of these strategies.

The design of Knowledge models and the use of concept maps for improving gender equality, is a quite novel methodology in BDPE. In this study, it was selected, because they are powerful tools for promoting meaningful learning (Novak, 1998; Ausubel, 1968), and since students of BDPE are going to become teachers of primary education, they are going to be relevant links of the chain which will spread the conceptual change needed for empowering girls and making them feel curious about science and capable of developing science related careers. School is the very first step for starting the change.

When we asked students as future teachers, if what they thought could favor the elimination or reduction of existing inequality between genders, they answered wisely:

“Promote the same aspirations, skills and values in children. End those roles of gender difference, sometimes even without realizing it, and which are transmitted to each other (good behavior, different ways of expressing themselves, attitudes that are tolerated in boys and not in girls and vice versa, etc.). Highlight the important role that many pioneering women have carried out in different aspects of culture and knowledge (science, art ...). Promote a language that is less and less sexist. I believe that in the small and sometimes imperceptible moments of the educational community it lies the difference and change occurs.”

References

- Acevedo, J.A. (2005). Proyecto ROSE, Relevancia de la Educación Científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 440-447.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart & Kwinston.

- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., & Breedy, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- González, F. (2008). *El Mapa Conceptual y el Diagrama UVE: Recursos para la Enseñanza Superior en el Siglo XXI*. Editorial Narcea.
- International Day of Women and Girls in Science (2018). Retrieved from:
<http://esango.un.org/irene/desa.html?page=viewContent&nr=29204&type=8>
- Kahle, J. B. (1983). *The Disadvantaged Majority: Science Education for Women*. Carolina Biological Supply Company, Burlington, NC 27215.
- Kaminsky, D. M. (1982). Girls and Mathematics: an Annotated Bibliography of British Work 1970-81. *Studies in Science Education*, 9, 81-108.
- Kenway, J., & Gough, A. (1998). Gender and Science Education in Schools: a Review with Attitude. *Studies in Science Education*, 31 (1) 1-30.
- Manthorpe, C.A. (1982). Men's Science, Women's Science or Science? Some Issues related to the Study of Girls' Science Education. *Studies in Science Education*, 9 (1). DOI. 10 1080/03057268208559896.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating, and Using knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Sjoberg, S., & Schreiner, C. (2005). Young People and Science. Attitudes, Values and Priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote presentation at EU's Science and Society Forum 2005. Session 4: How to foster diversity, inclusiveness and equality in science. Bruselas, Unión Europea (9-11 de abril de 2005). Retrieved from: http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2005/forum2005/docs/progr_sjoberg_en.pdf. Also in: <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/documents/presentations/>.
- Sjoberg, S., Schreiner, C. & Stefánsson, K. K. (2004). The Voice of the Learners. International Perspectives on S&T based on the ROSE project. In R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.): *Science and Technology Education for a Diverse World – Dilemmas, Needs and Partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE). XIth Symposium Proceeding, pp. 43-44. Lublin, Poland: Marie Curie-Sklodowska University Press.
- United Nations (2015). 2030 Agenda for Sustainable Development. Retrieved from:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>
- Vázquez, A. & Manassero, M.A. (2004). Imagen de la Ciencia y la Tecnología al Final de la Educación Obligatoria. *Cultura y Educación*, 16(4), 385-398.
- Willerman, M., & Mac Harg, R. A. (1991). The Concept Map as an Advance Organizer. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 705-711.

SPED-ING THEIR WAY: USING CONCEPT MAPPING TO ANALYZE REFLECTIONS OF PRESERVICE TEACHERS IN A SEPARATE SCHOOL

Sherie Owens, & Sumitra Himangshu-Pennybacker
Middle Georgia State University, USA
{sherie.owens, sumitra.himangshu}@mga.edu

Abstract. This paper presents a pilot study that implemented the use of concept mapping to analyze preservice teacher pre- and post-experience reflections (n=25), with the purpose of analyzing the experience in-depth, and applying the study design to enhance future program development. Concept mapping allowed visualization of meaningful connections, nuanced changes in understanding, and analysis of data in a unique way. Working in inclusive classrooms can be overwhelming and time consuming. A field experience at a separate school designed for students with EBD provided a hands-on experience for preservice teachers to hone their understanding of student engagement in both general education and special needs environments. With respect to preservice teacher training highlights from this pilot study were two-fold – (i) preservice teachers were able to appreciate the nuanced differences between general education and EBD classrooms, and (ii) preservice teachers recognized that student engagement requires attention and diligent preparation.

Keywords: Special Education, EBD, concept mapping, elementary teacher preparation

1 Introduction

Teachers in special education have historically experienced high rates of attrition (Brownell & Smith, 1993; Billingsley, 2004; Viadero, 2018). For teacher candidates who earn a dual certification in elementary and special education, one objective is to ensure they are prepared for both settings and hopefully reduce the chance of attrition. One way to accomplish this goal is to make sure they are exposed a variety of experiences, especially those relevant to their future career.

Though most students in special education receive services through general education, a small percentage receive their education in separate schools. These schools are sometimes designed to provide specialized services to a specific group of students (Hallahan, Kauffman, & Pullen, 2015). Since the continuum of services is fluid, it may be beneficial for preservice teachers to have some form of experience in this environment. Many preservice teachers are introduced to the various settings in which students with special needs receive service through books, articles, lectures, and discussions, but strong clinical preparation is critical (Darling-Hammond, 2014; Scheeler, Budin, & Markelz, 2016). It can be explained what to expect when a student is transitioning from a separate school back to a student's home school, but they can learn more in a short period of real life, possibly challenging, experience than from an explanation, a book, or a lecture (Kent & Giles, 2016).

The main goal of this pilot project was to provide an authentic experience designed to offer exposure beyond what they can gain in the university classroom which in turn will provide the resilience to remain in the teaching profession. The research questions answered by this pilot study are:

- How can concept mapping be used to effectively and efficiently analyze pre-service teacher field experiences?
- What are common themes regarding teaching EBD students articulated as part of this field experience?
- What are some unique themes that emerged from this EBD field experience?
- How can the findings from this EBD field experience guide pre-service teacher preparation?

2 Theoretical Framework

2.1 EBD and LRE

Preservice teachers who are working towards certification in elementary education and special education are taught to address the needs of not only the general population, but to meet the needs of students who have disabilities in the high incidence areas. One group of students that many preservice teachers seem to feel apprehensive about teaching is students with emotional/behavioral disorders (EBD). Behavior difficulty is one of the most common reasons

teachers leave the field, even more so when the teacher is working with students diagnosed with EBD (Cancio, Albrecht, & Johns, 2013). Students diagnosed with EBD are serviced through various educational settings. Since the goal is to service students in the least restrictive environment (LRE), the continuum of service can be fluid and many of these students may move back and forth from a general education setting with services to pull-out, self-contained, and/or a separate school (Hallahan, Kauffman, & Pullen, 2015). Being able to manage behavior issues is a top concern for teachers (Reinke, Stormont, Herman, Puri, & Goel, 2011). Providing a variety of experiences may help alleviate this apprehensiveness and lead to a stronger retention of teachers.

Students diagnosed with EBD have a history of low academic achievement, experience behavior considered abnormal, and are known to have difficulty developing and/or maintaining relationships (George, 2018; Hallahan, Kauffman, & Pullen, 2015). In order to provide the setting and educational opportunities for all students, specifically those diagnosed with EBD, behavior management is key. One program designed to help teachers to manage behavior and to promote educational progression is Positive Behavioral Interventions and Supports (PBIS) (George, 2018). PBIS is designed to use a school wide approach to prevent and/or change challenging behaviors in the context of the classroom through a school wide systematic approach using evidence-based practices (Sugai & Horner, 2006).

2.2 Concept Mapping

Concept mapping has been recognized as an effective process for identifying concepts and drawing connections between the concepts (Baugh, McNallen, & Frazelle, 2014; Butler-Kisber & Poldoma, 2010). This functionality of concept maps enables users to analyze various textual information and draw out main concepts and connections between them. Therefore, concept maps are often utilized to make meaning of participant interviews, identify key terms, and analyze learner understanding (Reitano & Green, 2013).

When considering learner-centered environments, such as special needs class experiences, nuanced understanding of themes and their relationships are critical to the efficacy of services rendered by teachers to their students. An analysis of the literature reveals that the strength of the concept mapping process is that it draws out/highlights relationships between key concepts and the nuances of concepts (Golightly & Nottis, 2017; Trent, Pernell, Mungai & Chimedza, 1998). Since, reliability is independent of the concepts used, the resulting analyses produce relationships that are meaningful, relevant to the study participants, and maintain the integrity of participant transcripts.

3 Methodology

3.1 Context of Study

Pre- and post-reflections from [n = 25] preservice teachers enrolled in a special education course during fall semester were analyzed using concept maps. These preservice teachers are pursuing a dual degree in Elementary Education and Special Education. Our study was based on the context that the presence or absence of concepts in preservice teacher reflections were closely predictive of future teacher behaviors in the classroom. Implicit attitudes can unconsciously trigger behaviors without awareness or intent – even more importantly reveal misconceptions which guide implicit attitudes. Authentic hands-on experiences on the other hand often alter teacher perceptions and contribute to conscious preparation for guiding diverse learners.

3.2 Planning

In partnership between a teacher preparation program and a local separate school designed to service students with EBD for elementary and middle school, preservice teachers were allowed the opportunity to volunteer. This group of preservice teachers was in their final semester before graduation with a Bachelor's of Science degree in elementary education and special education. Each came into this experience with approximately 400 hours practical experience in the general education classroom. The preservice teachers were randomly paired with preselected experienced teachers by the coordinator of the school. The experienced teachers and the preservice teachers were provided with the guidelines which outlined expectations, including observations, on-on-one tutoring, and small group instruction. The preservice teachers were charged with not only providing assistance to the teacher in charge,

but to observe the practices used to assist students to be more successful. Specifically, the preservice teachers were asked to observe the use of PBIS, cooperative learning, consistent and continuous monitoring and data collection, and other relevant strategies. They were also asked to observe and note student response to these strategies.

3.3 Analysis of Pre-Reflection

Preservice teacher pre- and post-reflections were analyzed in the following manner:

1. Individual concept maps were created from pre-service teacher reflections [both pre- and post-reflection].
2. CmapTools and manual coding were used in-tandem to identify the frequency of words and color coded to visually present the co-occurrence of common concepts from each pre-service teacher pre-, and post-reflection.
3. During this coding process, unique concepts which emerged between pre-service teacher reflections were also color coded with a different color.
4. A list of common and unique concepts was generated [refer Table 1].
5. Individual concept maps from different preservice teacher pre-reflections were then overlapped to provide a visual representation of common themes between pre-service teacher reflections and the propositional relationships observed from individual reflections.
6. Individual concept maps from different preservice teacher post-reflections were then overlapped to provide a visual representation of emerging unique themes between preservice teacher reflections and the propositional relationships observed in these reflections.

	Theme	Common Concepts	Unique Concept
Pre-reflections [expectations]	Environment	Different from public school	Outside comfort zone
	Management	Plans are differentiated	Student interactions – peer relationships
	Teaching Strategies	Specific to student	Strategies for teaching in small groups
	Triggers	For students	Life skills vs academic skills
	Future Classroom	Learning to handle student issues	
	PBIS	Learn to utilize	
Post-reflections [expectations realized]	Environment	Safe and caring – Sensory Room; weighted blanket	Felt like a prison compared to a public-school environment
	Management	PBIS implemented	PBIS can also be beneficial in general education environment
	Teaching Strategies	Small group focus on activity not behaviors	Whole Brain Teaching (with HS students)
	Triggers	Important to recognize for individual students	Everyday terms can be triggers – understanding student backgrounds is important
	Future Classroom	Flexibility with diverse learners	Rewarding students for improvement not ability
	PBIS	Practice is key	
	Other Emerging Concepts	Patience and compassion required to guide All learners Firmness does not mean harshness	Caring environment is necessary for student engagement Rules and protocols need to be clearly articulated and diligently implemented

Table 1: List of Common, and Unique concepts, that emerged from preservice teacher pre- and post-reflections.

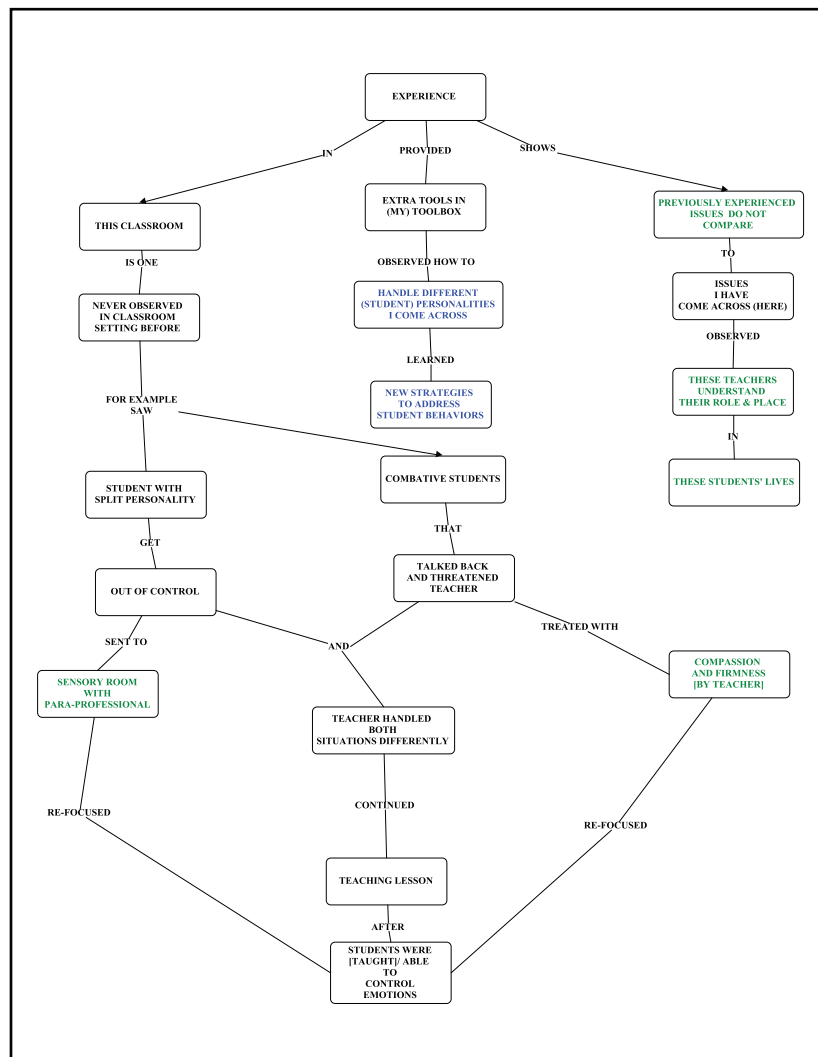
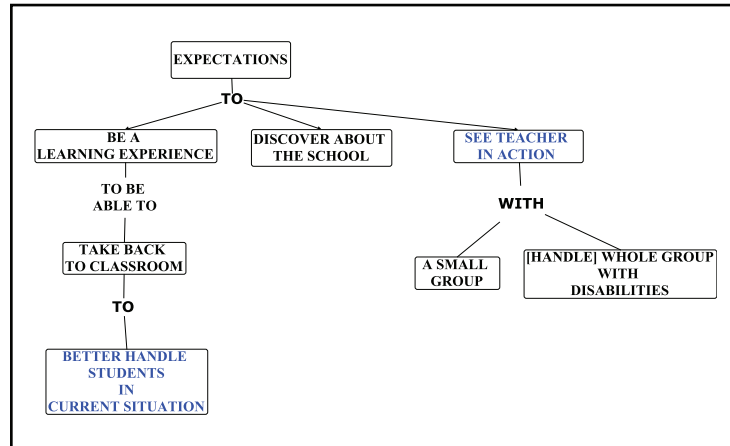


Figure 1. Comparison concept maps for PT 1 showing common concepts between (top) pre- and (bottom) post-reflection [in blue] and unique emerging understanding [in green].

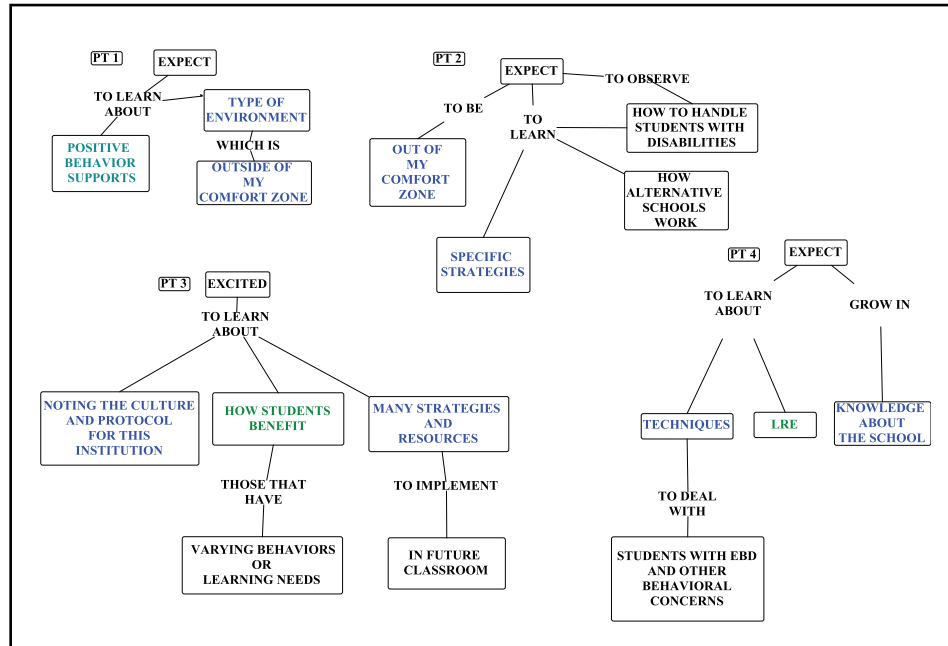


Figure 2. Concept overlaps from pre-reflection cmaps of 4 different preservice teachers showing common expectations (in blue) and emerging themes (in green).

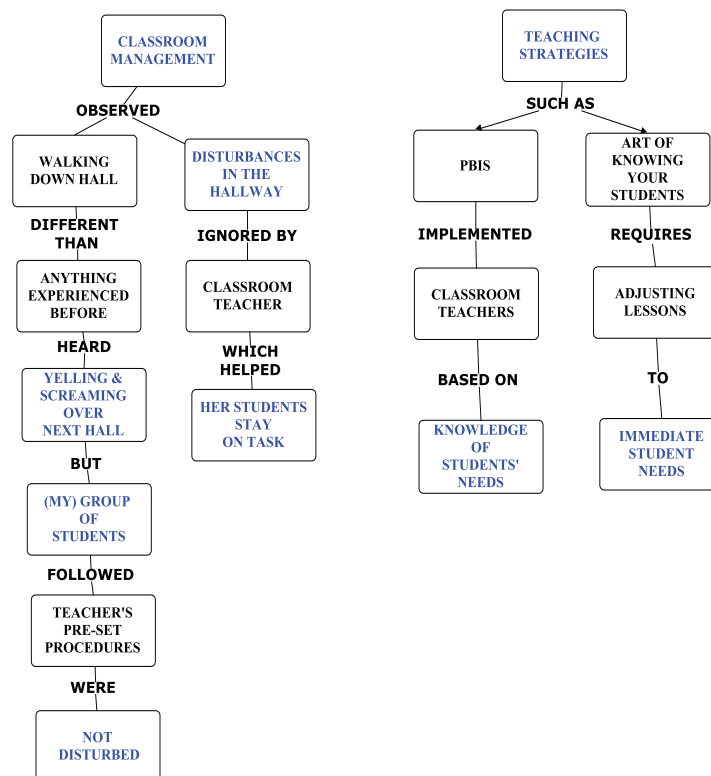


Figure 3. Concept map from several preservice teacher post-reflection cmaps suggesting common understanding regarding: (i) classroom management, (ii) Teaching Strategies; and (iii) Student behavior based on teacher expectations.

4 Results

The main findings which emerged from analysis of the pre- and post-concept maps [$n = 46$] were six-fold in nature: (i) shift from the general to the specific; (ii) complexities of teaching; (iii) broader understanding of diversity within the classroom; (iv) students are individuals not labels; (v) connections to behaviors in general education classrooms; and (vi) student engagement requires special attention and preparation. A clear shift from the general to the specific was observed, i.e. in understanding student behavior, how to better engage students, and how to connect student emotional well-being to the learning environment [Figure 3]. The pre-reflection maps indicated that the preservice teachers were expecting something different from what they had previously experienced in public school classrooms [Figure 1 & 2]. Post-experience at the separate school, the reflections suggested the critical value of being flexible as a teacher – to be able to balance differentiated strategies for individual students, while maintaining classroom rules and protocols. One of the key ideas that preservice teachers were able to walk away with was that all students are individuals and not mere labels. They were able to re-connect unique student behaviors they had observed in general education classrooms to the emotional well-being of those students and recognize that as future teachers they need to pay close attention and prepare to engage all learners in their classroom. Beyond being able to observe the implementation and practice of PBIS and other specific teaching strategies, the broader understanding of dealing with diversity in the classroom is the most beneficial aspect of this field experience. The post-reflections indicated a deep grasp of the complexities of the teaching environment and a positive mindset towards implementing strategies invested in student learning (Figure 3).

5 Conclusion

Concept maps generated from preservice teacher reflections provided a unique insight into the possible long-term impact of such immersion experiences in the preparation of preservice teachers. Analysis of preservice teacher reflections suggested that this pilot study was an eye-opening experience for these preservice teachers and allowed them to move beyond the general understanding of student [mis-]behavior to a more specific understanding of how to deal with EBD in the classroom. In addition, this field experience also provided the participants with strategies to use with non-EBD behaviors in the general education classroom thereby providing the tools for better classroom engagement in their future classrooms.

The comparative use of concept mapping along with manual coding made the process of coding the concept maps and concept mining more reliable. The use of concept mapping pre- and post-reflections in combination afforded a unique opportunity to uncover unique nuances that lend themselves to authentic field experiences. This pilot study suggests the importance of experiential learning and authentic immersion experiences for teacher preparation. The analysis of pre-service teacher reflections indicate that this group of participants will be better suited for teaching in inclusive environments.

The following vignettes from preservice teacher post-reflections provide an example of the degree to which this experience impacted our preservice teachers:

After my Elam visit, it has provided me with a new outlook on what extremes belong and don't belong in the classroom. Before writing a student off in the future, I will consider what accommodations I can make to assist the student. There are many strategies and accommodations that are easy and available for me to implement, so why not do everything I can to benefit my students.

I feel as though I have extra tools in my toolbox to be able to handle the different personalities and situations that I will come across. Being at [the separate school] for a time, puts my class and the students I have worked with in perspective for me. I feel as though the "issues" I have come across does not compare to what I have seen the past 2 times I have visited [the separate school]. I DO know that the teachers that I have come in contact with at [the separate school] defiantly know and understand their role and place in these students lives.

I think sometimes as general education teachers, we often feel as if EVERY student has to be engaged and fully attentive to the lesson. Some students can doodle and still be paying full attention. Some students need to get up to stand in the back of the room for a few minutes. All in all, I think it's just most important to be flexible. As teachers, our main goal is to meet the needs of ALL learners wherever they are at!

In today's world of heterogeneous student populations and increase in inclusive classrooms, learning to deep-dive into special needs environments provides preservice teachers with unique training components - strategies for engaging all learners (both general education and special education). Given the promising results from this pilot study - the next steps for our program is to continue to incorporate diverse and challenging immersion experiences and train preservice teachers to create their own concept maps prior to beginning their reflections. The objective of using concept mapping to capture their initial ideas is to guide preservice teachers to gain a deeper insight into their own understanding and provide a richer field experience. From a program lens, data analyzed from preservice teacher concept maps suggests a rich and nuanced understanding of engaging students in the classroom, which is critical for teacher success. The process of concept mapping their exposure to diverse learners should assist our preservice teachers build *a nuanced toolkit* thereby affording them the resilience to stay in the teaching profession and become teacher-leaders in the long term.

References

- Baugh, N., McNallen, A., & Frazelle, M. (2014). Concept Mapping as a Data Collection and Analysis Tool in Historical Research. *The Qualitative Report*, 19(13), 1-10.
- Billingsley, S. (2004). Special Education Teacher Retention and Attrition: A Critical Analysis of the Research Literature. *Journal of Special Education*, 38(1), 39-55.
- Brownell, M T., & Smith, S. W. (1993). Understanding Special Education Teacher Attrition: a Conceptual Model and Implications for Teacher Educators. *Teacher Education and Special Education*, 16(3), 270 – 282.
- Butler-Kisber, L., & Poldma, T. (2010). The Power of Visual Approaches in Qualitative Inquiry: The Use of Collage Making and Concept Mapping in Experiential Research. *Journal of Research Practice*, 6(2), M18.
- Cancio, E. J., Albrecht, S. F., & Johns, B. H. (2013). Defining Administrative Support and its Relationship to the Attrition of Teachers of Students with Emotional and Behavioral Disorders. *Education & Treatment of Children*, 36(4), 71-94.
- Darling-Hammond, L. (2014). Strengthening Clinical Preparation: The Holy Grail of Teacher Education. *Peabody Journal of Education*, 89(4), 547-561.
- George, H. P. (2018). Introduction to the Special Issue of Behavioral Disorders: Positive Behavior Interventions and Supports. *Behavioral Disorders*, 43(3), 340–343.
- Golightly, A.F., & Nottis, K.E.K. (2017). Assessing Undergraduates Understanding of Diversity using Concept Maps. *Education*, 138(2), 190-204.
- Hallahan, D. P., Kauffman, J. M., & Pullen, P. C. (2015). *Exceptional Learners* (13th ed.). New York, NY; Pearson.
- Kent, A. M., & Giles, R. M. (2016). Education: What is the Role of Field Experience in Preservice Teacher Preparation? *Professional Educator*, 40(2), 18-31.
- Reinke, W. M., Stormont, M., Herman, K. C., Puri, R., & Goel, N. (2011). Supporting Children's Mental Health in Schools: Teacher Perceptions of Needs, Roles, and Barriers. *School Psychology Quarterly*, 26, 1–13.
- Reitano, P., & Green, N. C. (2013). Beginning Teachers' Conceptual Understandings of Effective History Teaching: Examining the Change from "Subject Knowers" to "Subject Teachers". *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 41(2), 197-217.
- Scheeler, M. C., Budin, S., & Markelz, A. M. (2016). The Role of Teacher Preparation in Promoting Evidence-based Practice in Schools. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 14, 171-187.
- Sugai, G., & Horner, R. R. (2006). A Promising Approach for Expanding and Sustaining School-wide Positive Behavior support. *School Psychology Review*, 35, 245–259.
- Trent, C.S., Pernell, E. Jr., Mungai, A., & Chimedza, R. (1998). Using Concept Maps to Measure Conceptual Change in Preservice Teachers Enrolled in a Multicultural Education/Special Education Course. *Remedial and Special Education*, 19, 16-31.
- Viadero, D. (2018, January 23). Teacher Recruitment and Retention: It's Complicated. *Education Week*, 37(18). Retrieved July 6, 2018 from <https://www.edweek.org/ew/articles/2018/01/24/teaching-shortages-many-answers-for-a-complex.html>

THE EFFECT OF CONCEPT MAPPING AND MIND MAPPING UTILIZATION ON STUDENTS' UNDERSTANDING LEVEL: AN EMPIRICAL STUDY

Shaimaa Salah Abbas¹, Ahmed Sharaf Eldin² & Adel Elsayed³

¹Helwan University, Egypt

²Helwan University and Sinai University, Egypt

³Learning Systems, Inc., UK.

Email: Shimaat_it@yahoo.com, profase2000@yahoo.com, a.elsayed@learningsi.net

Abstract. The purpose of this paper is to investigate the effect of mind mapping (MM) and concept mapping (CM) on the understanding of challenging text. While previous studies have investigated the effect of developing concept map and mind map on students' learning, the current study focuses on the level of students' learning of new concepts through the exposure to CM and MM knowledge representation. In this paper, we conducted an experiment on 140 students at the College of Computers and Information Systems at Helwan University in Egypt. In the experimental treatment group 1, three texts not related to student's background were represented using concept maps, while in the experimental treatment group 2, the three texts were represented using mind mapping. The texts in the control group were represented through traditional text explanation. The results of the Kruskal Wallis H Test, ANOVA and MANOVA statistical analysis revealed that the mind-mapping group scored significantly higher on the summative assessment score while the concept-mapping group took the shortest time to complete the assessment, followed by the mind mapping. Students in experimental group 1 and 2 stated that it was interactive and enjoyable to get the knowledge represented in concept maps/ mind maps.

Keywords: concept mapping, mind mapping, experiment, knowledge representation

1 Introduction

Concepts are considered the backbone of any science. Understanding a concept paves the way to understand another concept, which in turn helps to understand another...etc. Our knowledge acquisition in any field can be measured by the amount of our understanding of a set of concepts as well as our understanding of the relationships between these concepts. Using Information technologies can improve our vision towards knowledge acquisition in terms of the accessibility, easiness and visualization of knowledge. Knowledge representation is the way in which unstructured text is represented in structured forms. There are various methods and techniques of knowledge representation. Concept-based knowledge representation is one of those techniques in which concepts, as well as the relationships among these concepts, can be defined or represented in clear and concise forms. Stewart (1979) defined concept maps as a structural way of representing relationships among concepts of a discipline, or a part of a discipline (Stewart, 1979). Stewart highlighted that concept maps, due to its flexibility, are utilized as curricular tools, instructional tools, or as evaluation tools. Novak, Bob Gowin & Johansen (1983) defined concept maps as a research tool and instructional technique that can be utilized for an effective meaningful learning. According to Ausubel's learning theory, the researchers stated that meaningful learning is achieved when learners are able to relate new knowledge to relevant concepts they own (Novak, Bob Gowin, & Johansen, 1983). Construction of concept maps includes the use of labeled concepts framed in circles or rectangles, linking words, that could be prepositions, placed on connecting directed/simple arrows to connect one concept to another, and may include the use of some graphical visualization of concepts (Åhlberg & Ahoranta, 2004). The map is usually organized in a clear simple hierarchy. Most of the concept map researches focus on the construction and development of concept maps (Cañas, Valerio, Lalinde-Pulido, Carvalho, & Arguedas, 2003; S.-M. Chen & Bai, 2010; S.-M. Chen & Sue, 2013; Coffey, Reichherzer, Owsnick-Klewe, & Wilde, 2012; Ke, 2013; Qasim, Jeong, Heu, & Lee, 2013; Valerio Arbizu, 2014) as well as evaluation of concept maps as an effective learning tools (Ben Salem, Cheniti Belcadhi, & Braham, 2013; Jetter & Kok, 2014; Kibar, Yaman, & Ayas, 2013; Kumaran & Sankar, 2013; Watson, Pelkey, Noyes, & Rodgers, 2016). According to Buzan & Buzan (1993), a mind map is a non-linear learning technique to represent knowledge using a central image that represents a main concept/issue then branching it to many branches where more related concepts are connected to it the same way as the human brain. Buzan & Buzan emphasized that the central concept should be an image because the human brain is formulated to remember an image than a word (Budd, 2004; Buzan & Buzan, 1993). Most of the mind map research focuses on the utilization of mind maps in the education process to improve the quality of learning environment and to facilitate the learning process (Budd, 2004; Radix & Abdool, 2013; Wheeldon, 2011; Wickramasinghe, Widanapathirana, Kuruppu, Liyanage, & Karunathilake, 2011; Willis & Miertschin, 2006; Zipp, Maher, & D'Antoni, 2011).

The main objective of this experiment is to investigate the effect of first-time exposure of subjects under experiment to a given piece of knowledge represented graphically, using CM and MM approaches, on their understanding and performance achievement in answering a set of given test questions. Comparing the effect of utilizing concept map and mind map knowledge representation techniques on the learner's performance in understanding a piece of knowledge was conducted in the literature but in the science domain. In this study, an experiment was designed and conducted. A selected set of challenging Arabic text was identified. Key concepts were extracted and graphically represented using CM and MM approaches and compared to the traditional text explanation as for the control group. Students' understanding was measured through a given set of test questions which was in the same order and same text across all groups. The speed of students in answering test questions was measured by the time students spent in finalizing the test questions.

2 Concept Mapping and Mind Mapping Empirical Studies

Concepts maps and mind maps are used for many reasons such as students' academic achievement assessment and evaluation (Abi-El-Mona & Adb-El-Khalick, 2008; Adodo, 2013; Balim, 2013; Chiou, 2008; Holland, Holland, & Davies, 2004; Mahasneh, 2017; Martínez, Pérez, Suero, & Pardo, 2013; Nedungadi, Haridas, & Raman, 2015; Tanriseven, 2014; Youssef & Mansour, 2012), for improving students' critical thinking (S. L. Chen, Liang, Lee, & Liao, 2011; Kaddoura, Van-Dyke, & Yang, 2016), improving students' knowledge retention and cognitive skills (Dhindsa & Anderson, 2011; Hu & Wu, 2012; Hwang, Kuo, Chen, & Ho, 2014; Ismail, Ngah, & Umar, 2010).

Chen, Liang, Lee, & Liao (2011) conducted a quasi-experimental study to test the effect of teaching using concept mapping compared to traditional lectures on students' critical thinking. Initial results indicated that students in the experimental group performed better than those in the control group; however, there was no statistically significant difference between them. After researchers controlled the age and pre-test scores, students in the experimental group had significantly higher adjusted mean scores on both inference and overall critical thinking compared with the control group. In the same regard, Kaddoura, Van-Dyke & Yang (2016) investigated the effect of concept mapping on developing nursing students' critical thinking skills. Results indicated that students in the concept-mapping group obtained higher cognitive score than those in the control group. Findings of that study recommended that integrating concept mapping in the nursing curriculum should be evaluated, as it would be an effective teaching method to develop nursing students' cognitive skills.

Research results concluded by Hu & Wu (2012) showed that concept mapping can help to reduce students' cognitive load by helping them in integrating curriculum knowledge. This agrees with research findings obtained by Gerchak, Besterfield-Sacre, Shuman, & Wolfe (2003) that concept mapping could be a valuable tool for assessing academic achievement and evaluating students' understanding in a particular field (Gerchak, Besterfield-Sacre, Shuman, & Wolfe, 2003). However, other study found out that integrating concept mapping into the learning process, web-based problem-solving approach, could add cognitive load on students. Researchers of that study justified that this could be a result of the low technology acceptance factor of concept map technology tested in the same study (Hwang et al., 2014).

In assessing the effect of the concept mapping on students' academic achievement, Martínez, Pérez, Suero, & Pardo (2013) experimented the effect of concept maps usage in teaching physics concepts applied to engineering education. Results emphasized that there was statistically significant difference between the concept map group and the control group. Students in the concept map group performed better than those in the control group. Nedungadi, Haridas & Raman (2015) integrated concept maps with online labs (Olabs). Results indicated that there was a slight difference between the scores of the students in the concept map group and those in the control group. Students in the concept maps group performed higher than those in the control group while there was no statistically significant effect of the gender difference between the two groups. Youssef & Mansour (2012) conducted a quasi-experimental study to test the effect of using concept maps on Students' Learning Achievements. Results indicated that adopting a concept mapping strategy in the nursing education can significantly enhance students' learning achievement. Research findings obtained by Chiou (2008) indicated that concept mapping can help students in understanding and integrate Accounting concepts as well as enhance students' interest in learning Accounting more than the traditional teaching methods. Similarly, in an experimental field study conducted by Attia, Sharaf Eldin, Elsayed, Nasr, & Kamal (2009) to investigate the effect of utilizing a concept mapping tool named Interaction with Content Tool (ICTOOL) on students' understanding and on improving the learning process life cycle. Results indicated that the

tool improved the understanding level of 72.8% of students. Furthermore, students stated that the tool made the learning process enjoyable (Attia, Sharaf Eldin, Elsayed, Nasr, & Kamal, 2009). In the same regard, Sharaf Eldin, Kamal, Nasr, Attia, Mohamed, Yehia et al. (2009) compared the performance of two electronic conceptual representation tools, CMAP and ICTOOL on a sample of university students. Results of the comparison revealed that both tools improved the performance and understanding level of the subjects under experiment, especially for those had poor prior knowledge before the experiment. ICTOOL was found more effective than CMAP tool by the subjects (Sharaf Eldin et al., 2009). Sharaf Eldin, Elsayed, Nasr, & Thabet (2013) proposed a new tool named ADS (Conceptual, Delivery, Student) for representing concepts and relationships of data models within a given framework. The implemented tool was tested in lectures delivery. Results indicated that the proposed tool was found to be more efficient than the utilization of normal lectures delivery method. Also, the utilization of the proposed tool decreased the gap in exam grades between students with different levels (Sharaf Eldin, Elsayed, Nasr, & Thabet, 2013).

In assessing the effect of the mind mapping on students' academic achievement, AbiElMona & AdbElKhalick (2008) conducted an experiment to test the effect of using mind mapping on the eighth graders' learning achievement. Results indicated that mind mapping had a positive impact and students in the mind mapping group obtained statistically significant learning gains compared to those in the control group. Same findings were obtained by Adodo (2013) where mind mapping was experimented as an adopted self-regulated learning strategy. Results showed that mind mapping improved students' learning achievements, creative and critical thinking skills. A similar quasi-experimental study conducted by Tanriseven (2014) on a sample of pre-service teachers to compare the impact of mind mapping utilization for task planning compared to the traditional method. Results revealed that there was statistically significant difference between the two groups in favor of the mind mapping group over the control group. Pre-service teachers stated that planning using mind mapping had positive effects on the use of self-regulation strategies. Balim (2013) investigated the effect of using mind mapping on students' knowledge retention and academic achievement. Results indicated that there was a significant difference between the concept mapping group and the control group in the academic achievement. Students in the mind maps group performed better in knowledge retention scores and academic achievement than those in the control group. Mahasneh (2017) compared the effect of electronic mind mapping on students' academic achievement. Results of the conducted quasi-experiment revealed that there was statistically significant difference between the two groups in performance scores in favor of the electronic mind mapping group over the control group given the traditional classroom instructions. In an experiment conducted by Holland, Holland & Davies (2004) to investigate the effect of using mind mapping and a mind mapping software called "MindManager" on students' academic performance. Students were allowed to use the software and then responded to a set of questions. Students provided positive feedback about the software as they found it easy and useful in understanding concepts and organizing knowledge.

Research findings concluded by Dhindsa & Anderson (2011) showed that mind mapping teaching approach had a more positive impact on the quality of students' cognitive knowledge structure than students taught with traditional teaching method. Ismail, Ngah & Umar (2010) investigated and compared the effect of mind mapping with cooperative learning (MMCL) and cooperative learning (CL) on programming performance, problem-solving skill and metacognitive knowledge on computer science students. Results suggested that mind mapping with cooperative learning method (MMCL) was preferred in improving students' programming performance, problem-solving skill and metacognitive knowledge compared to CL and traditional methods.

In the current study, we aimed at, instead of lecturing students about the advantages of concept/mind mapping and training them to develop their own concept/mind maps, we provided them with a piece of knowledge, that they know how challenging and complicated to be understood using the traditional ways, represented in concept/mind mapping and tested their understanding and speed in answering a given set of test questions.

3 Material and Method

In the current study, an experiment was conducted to compare the effect of utilizing concept mapping and mind mapping knowledge representation techniques on the learner's performance in understanding key concepts exist in three selected texts as well as understanding the relationship between those concepts. A similar study was conducted by Aydin (2015) to investigate the effect of utilizing technology-supported mind and concept mapping on learning science concepts as well as seeking students' opinions on preparing mind and concept maps. Experiment results

revealed that, in terms of understanding concepts, students in the concept map group performed better than students in other groups, while students in both mind map and concept map groups stated that developing concept maps and mind maps was fun and instructive (Aydin, 2015). In the current study, to the best of the authors' knowledge, no such experiment was conducted before in the literature to understand a challenging text presented in concept/mind mapping.

3.1 Research Questions

The current research problem is "what is the effect of CM/MM text representation on students' understanding of concepts and what are students' opinions on such practices?" Seven research questions under the research problem were developed and investigated in this study as follows:

RQ (1): For formative assessment, is there a statistically significant difference between the comprehension levels of students in treatment group 1, treatment group 2 and the control group?

RQ (2): For summative assessment, is there statistically significant difference between the comprehension levels of students in treatment group 1, treatment group 2 and the control group?

RQ (3): For the total score, is there statistically significant difference between the comprehension levels of students in treatment group 1, treatment group 2 and the control group?

RQ(4): Would the time students spend to finalize model A of the experiment (CM) in treatment group 1 is less than the time students would spend to finalize model B of the experiment (MM) in treatment group 2?

RQ(5): Would the time students spend to finalize model C of the experiment (traditional explanation text) would be the largest time overall other treatment groups as no graphs were used?

RQ (6): Would the model of the experiment affect the time students would spend to finalize the test questions?

RQ (7): Would the model type of the experiment affect both time and the total score?

3.2 Sample

College students in three classes were voluntarily asked to participate in the experiment. 140 students voluntary participated. Out of all, 44 students were tested using concepts represented in concept mapping. 47 were tested using concepts represented in mind mapping and the remaining 49 students were tested using the traditional text explanation way.

3.3 Design

In order to measure students' understanding and perception of getting concepts represented in non-linear writing form, a challenging text in the Arabic language was selected. The Arabic language was specified in the test experiment in the current study due to the sensitive and challenging nature of the Arabic language. One of the most challenging text in the Arabic language is the Quranic text in the Muslims' Holy book. The selected Quranic texts address a complicated issue in Islam related to the Inheritance or the dividing and calculation of succession. Having the importance of this issue to a broad category of Muslims who seek the understanding of the key concepts and relationships among those concepts in the specified Quranic text, they had to read a lot of different complicated explanation books published by famous Islamic scholars. Those books implicit different point of views. They also consult various domain experts whose judgment and thoughts might be affected by some external influences such as culture and political issues. In the present study, normal learners, computer science college students, were chosen to be the center of the experiment. To ensure the external validity of the experiment, and in order to generalize the study findings, the experiment was meant to be on a sample of students who have normal prior knowledge on the experiment-selected topic. Students having an Islamic Studies related education (i.e. students of Sharia or Daawaa college) were excluded because of their strong prior knowledge and related education. Quranic verses related to Inheritance issue in "Al-Nisaa" chapter [verses 11,12 and 176] were represented in three different representation methods. Key concepts in the selected texts were extracted. Relationships between those concepts were identified and visually represented in two forms, concept mapping and mind mapping. For this purpose, three models of the test experiment were developed, the first model was developed using concept maps to represent key concepts and relationships between those concepts into 3 concept maps, the second model was developed using mind mapping to represent the three verses in one comprehensive mind map where 3 branches were developed, one for each verse. The verses in the control group were represented using the traditional way of explanation text, where the verses are illustrated in conventional ways using explanation/interpretation text obtained from an online source. The concept maps and the mind map were developed using Edraw Max software. All the three versions of the experiment models

were developed in the Arabic language. The three models were pilot tested. Based on the received feedback, they were modified. Each model includes two sections of questions. The first section contains questions related to the experiment while the second section includes demographic data of the respondent. A set of eight multiple test choice questions were developed for formative assessment of students' knowledge obtained after reading the graphs/ explanation text. One multiple-choice question in addition to an open-ended question was developed for summative assessment where the student needs to relate more than one graph or representation section together to answer the two questions by doing some simple calculations. The questions section follows each representation method in each model. The test questions were reviewed by a domain expert to ensure the accuracy. The three models were distributed in hard copies to 140 students in three classes at the college of computers and information systems at Helwan University in Egypt. The models were randomly assigned to the three groups in the experiment. Two classes were treated as two treatment groups while the third class was considered as the control group. The concept map model was assigned to a class which was identified as treatment group 1, the mind map model was assigned to a class which was identified as treatment group 2 and the third model was considered as the experiment control group. The same set of questions were used for all models. The only change was in the knowledge representation method used in each model. To avoid priming any negative feeling from the respondents, demographic data section was placed at the end of the model to collect information about respondent 's gender, age, specialization and if he/she has a prior knowledge about the experiment topic (Inheritance). Students' feedback regarding the experiment was collected in separate sheets for experimental groups 1 and 2.

4 Results and Discussion

4.1 Descriptive Analysis

SPSS was used to generate the descriptive results of the data as shown in Table 1. Three models of the experiment were distributed to 140 students in three classes, 44 students in Model A (CM), 47 students in Model B (MM) and 49 students in the Model C (Traditional explanation text) respectively.

Variable	Frequency	Percentage
Model		
Model A(CM)	44	31.4
Model B(MM)	47	33.6
Model C(Traditional text explanation)	49	35.0
Gender		
Male	79	56.4
Female	55	39.3
Missing	6	4.3
Age		
<=20 years	89	63.6
From 21 – 29	51	36.4
Specialization		
General	102	72.9
Computer Science	24	17.1
Information Systems	6	4.3
Other (programming engineering/Information)	8	5.7
Prior knowledge		
No	116	82.9
Yes	24	17.1

Table 1: Descriptive results

Results showed that 59.0% of respondents were male and 41.0% were female. 63.6% of them aged less than or equal 20 years old while the reaming 36.4 aged from 21 to 29 years. For the specialization of students under experiment, 72.9% had general specialization, as they were not specialized yet while 17.1% specialized in computer science, 4.3% specialized in Information systems while a 5.7% indicated to other specialization (programming

engineering/Information technology). 82.9% of respondents had no prior knowledge about the topic under experiment, Inheritance issue, while 17.1% had some prior knowledge about it. Each question in the experiment had a score value of 1 or zero.

The formative score variable was calculated by adding the scores of eight questions from Q1 to Q8 for each respondent. Results showed that value of the formative score variable ranged from 1 to 8. 20 students (14.3%) obtained full score 8, 43 students (30.7%) obtained 7, 35 students (25.0%) obtained 6, 24 students (17.1%) obtained 5, 8 students (5.7%) obtained 4, 6 students (4.3%) obtained 3, 3 students (2.1%) obtained 2 and 1 student (0.7%) obtained 1. The summative score variable was calculated by adding the scores of two questions Q9 and Q10 for each respondent. Results showed that value of the formative score variable ranged from 0 to 2. 88 students (62.9%) obtained full score 2. 33 students (23.6%) obtained full score 1 and 19 students (13.6%) obtained full score 1. The total score variable was calculated by adding the formative assessment and summative assessment scores for each respondent. Results showed that the value of the total score ranged from 1 to 10. Most dominant scores were 9, 7, 8, 10 and 6 respectively. 37 students (26.4 %) obtained 9, 37 students (20.0%) obtained 7, 26 students (18.6%) obtained 8 while only 17 students (12.1%) obtained 10 and 14 students (10.0%) obtained 6. Other scores had the less frequency number of students obtained, less than 8 students per each.

4.2. Findings Related to Research Questions

RQ (1): For formative assessment, is there a statistically significant difference between the comprehension levels of students in treatment group 1, treatment group 2 and the control group?

In this case, the dependent variable is the formative score and the independent variable is the model of the experiment. The normality of the dependent variable was explored in SPSS but the data was not normal ($p\text{-value} = 0.000 > 0.050$). Multiple data transformations were conducted such as log, log10, Arsin, $1/Y$, $\text{Sqrt}(Y)$ and Y^2 but normality was not achieved. Having three groups of respondents in the experiment, a Non-Parametric data analysis test was conducted, namely, K-independent samples, Kruskal Wallis H Test. Kruskal Wallis Test: Ranks results revealed that concept-mapping group ranked the top in the formative score. This is due to the easy nature of the concept map where concepts can be read easily as well as its relationship to other concepts in the map. With a significance level of 0.05, the results of the Kruskal Wallis H Test revealed that there was no statistically significant difference in the formative score among the three groups ($p\text{-value} = 0.352 < 0.050$). This rejects RQ (1).

RQ (2): For summative assessment, is there a statistically significant difference between the comprehension levels of students in treatment group 1, treatment group 2 and the control group?

The normality of the dependent variable was explored in SPSS but the data was not normal ($p\text{-value} = 0.000 > 0.050$). Multiple data transformations were conducted such as log, log10, Arsin, $1/Y$, $\text{Sqrt}(Y)$ and Y^2 but normality wasn't achieved. Having 3 groups of respondents in the experiment, a non-parametric data analysis test was conducted, namely, K-independent samples, Kruskal Wallis H Test. Kruskal Wallis Test: Ranks results showed that mind mapping group ranked the top in the summative score with a significance level at 0.05, the results of the Kruskal Wallis H Test revealed that there was statistically significant difference of summative score among the three groups ($p\text{-value} = 0.026 > 0.050$). This agrees with RQ (2) that for summative assessment, where learners need to analyze the text and graphs to connect relevant concepts in order to perform some mathematical calculations to answer the indirect questions, there is a statistically significant difference between the groups.

RQ (3): For the total score, is there a statistically significant difference between the comprehension levels of students in treatment group 1, treatment group 2 and the control group?

The normality of the dependent variable was explored in SPSS but the data was not normal ($p\text{-value} = 0.000 > 0.050$). Multiple data transformations were conducted such as log, log10, Arsin, $1/Y$, $\text{Sqrt}(Y)$ and Y^2 but normality was not achieved. Having three groups of respondents in the experiment, a non-parametric data analysis test was conducted, namely, K-independent samples, Kruskal Wallis H Test. Kruskal Wallis Test: Ranks results showed that concept mapping group and mind mapping group ranked approximately the same in the total score. With a significance level of 0.05, the results of the Kruskal Wallis H Test revealed that there was no statistically significant difference of the total score among the three groups ($p\text{-value} = 0.964 > 0.050$). This rejects RQ (3).

RQ (4): Would the time students spend to finalize model A of the experiment (CM) in treatment group 1 is less than the time students would spend to finalize model B of the experiment (MM) in treatment group 2?

RQ (5): *Would the time students spend to finalize model C of the experiment (traditional explanation text) would be the largest time overall other treatment groups as no graphs were used?*

The descriptive result reveals that the shortest time was spent by model A (CM model) with an average time of 17 minutes followed by model B (MM model) with an average time of 25 minutes while the longest time was spent by students in the control group, model C (traditional text explanation) with an average time of 31 minutes. This agrees with RQ (4) and (5).

RQ (6): *Would the model of the experiment affect the time students would spend to finalize the test questions?*

In this case, the dependent variable is the time and the independent variable is the model of the experiment. In order to test the effect of the model type on the time, One-Way ANOVA test was conducted as it can be utilized when having more than two groups of data. Two assumptions were tested, normality and homogeneity of the dependent variable (time). Time variable was found to be normally distributed according to Kolmogorov-Smirnov as the p-value is greater than significance level ($p\text{-value} = 0.090 > 0.05$) which fails to reject the null RQ that data was normally distributed. Homogeneity was achieved using Levene's test of homogeneity as the p-value is greater than significance level ($p\text{-value} = 0.252 > 0.05$) which fails to reject the null RQ that there is homogeneity among groups. ANOVA test results indicate that the model type has a significant effect on the time ($\text{sig.} = 0.000 < 0.05$) which agrees with RQ (6).

RQ (7): *Would the model type of the experiment affect both time and the total score?*

In this case, the dependent variables are both the time and the total score and the independent variable is the model of the experiment. A multivariate analysis MANOVA test was conducted. Since the significance value of MANOVA Box's Test of Equality of Covariance Matrices is more than alpha, 0.05, so cannot reject the null RQ (Covariance between time student spent to answer the test questions A or B or C and the total score would be same for all the students in all groups irrespective of their model) and MANOVA can be performed. Results indicate that Pillai's Trace result for the model variable is significant ($0.000 < 0.05$). Levene's test of equality of error variances shows that there is homogeneity of the dependent variables; the total score and time score among the three groups (Sig. of the total score $= 0.768 > 0.05$; Sig. of time spent $= 0.252 > 0.05$). MANOVA tests of between-subjects effects indicate that the model variable only had a significant effect on the time spent (Sig. of the model on time spent $= 0.000 < 0.05$) while it has no significant effect on the total score (Sig. of the model on the total score $= 1.000 > 0.05$). This partially rejects RQ (7).

5 Conclusions

In this study, an experiment was conducted on a sample of college students. Three models of the experiment were developed. Each model represents concepts, extracted from three Quranic verses, in a different way. In model A, concepts were graphically represented using concept maps. In model B, concepts were graphically represented using a mind map. In model C, traditional illustration text explanation of the three Quranic verses was given. These concept maps and mind maps were created by the researchers. Students didn't construct these maps. Students' performance and speed in answering the test questions were evaluated. Research questions were tested. Regarding the model type, although there was no statistically significant difference between experimental and control groups in the formative assessment score and the total score, there was a statistically significant difference in summative assessment score for the favor of mind mapping group. There was also a statistically significant difference in the time students spent to finalize answering the test questions depending on the model type. Students in the concept mapping group spent the shortest time to finalize the test questions (average time = 17 minutes). Students the mind mapping group spent an average time of 25 minutes to finalize the test questions. Students in the control group spent the longest time to finalize the test questions (average time = 31 minutes). In other words, students in the concept mapping group spent approximately half the time spent by students in the control group. Taking into consideration both the summative score and time, students in concept mapping and mind mapping groups performed better than those in the control group. These findings emphasize that having knowledge represented in CM or MM would significantly affect learners' understanding level and speed. Such knowledge representation methods have positively affected students' perception about the understanding of key concepts implicit in challenging texts in an easy and better way than the traditional ways. Students stated that it would be interesting and constructive to get other courses represented and taught using such representations. When combining easiness of concept mapping and its related understanding in short-time duration, the instructor may construct concept maps to provide a complicated piece of

knowledge to students. This would highly improve the learning process. For future work, the experiment can be improved by asking students to develop their own maps as well as measuring students' performance before and after the experiment.

References

- Abi-El-Mona, I., & Adb-El-Khalick, F. (2008). The Influence of Mind Mapping on Eighth graders' Science Achievement. *School Science and mathematics*, 108(7), 298-312.
- Adodo, S. O. (2013). Effect of Mind-Mapping as a Self-Regulated Learning Strategy on Students' Achievement in Basic Science and technology. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), 163-172. doi:10.5901/mjss.2013.v4n6p163
- Åhlberg, M., & Ahoranta, V. (2004). What Do Concept Maps Reveal about Pupil's Learning and Thinking. *Annual conference of National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, Canada.
- Attia, S., Sharaf Eldin, A., Elsayed, A., Nasr, M., & Kamal, A. M. (2009). Effect of Using A Graphical Conceptual Representation Tool on Student Understanding. *Fifth International Conference on Scientific Research and its Applications*, 21-24 December (2009), Cairo University, Egypt.
- Aydin, G. (2015). The Effects of Technology-Supported Mind and Concept Mapping on Students' Construction of Science Concepts the Effect of Mind Mapping in Science Education. *Anthropologist*, 20(1-2), 166-176.
- Balim, A. G. (2013). The Effect of Mind-Mapping Applications on Upper Primary Students Success and Inquiry-Learning Skills in Science and Environment Education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 22(4), 337-352. doi:10.1080/10382046.2013.826543
- Ben Salem, S., Cheniti Belcadhi, L., & Braham, R. (2013). Using Concept Maps in Knowledge Assessment of Short and Open Answer Questions. *System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, 2013 17th International Conference.
- Budd, J. W. (2004). Mind Maps as Classroom Exercises. *The Journal of Economic Education*, 35(1), 35-46.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1993). *The Mind Map Book*. 1993.
- Cañas, A. J., Valerio, A., Lalinde-Pulido, J., Carvalho, M., & Arguedas, M. (2003) Using WordNet for Word Sense Disambiguation to Support Concept Map Construction. Vol. 2857. *Lecture Notes in Computer Science* (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (pp. 350-359).
- Chen, S.-M., & Bai, S.-M. (2010). Using Data Mining Techniques to Automatically Construct Concept Maps for Adaptive Learning Systems. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4496-4503.
- Chen, S.-M., & Sue, P.-J. (2013). Constructing Concept Maps for Adaptive Learning Systems based on Data Mining Techniques. *Expert Systems with Applications*, 40(7), 2746-2755.
- Chen, S. L., Liang, T., Lee, M. L., & Liao, I. C. (2011). Effects of Concept Map Teaching on Students' Critical Thinking and Approach to Learning and Studying. *Journal of Nursing Education*, 50(8), 466-469. doi:10.3928/01484834-20110415-06
- Chiou, C.-C. (2008). The Effect of Concept Mapping on Students' Learning Achievements and Interests. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), 375-387.
- Coffey, J. W., Reichherzer, T., Owsnick-Klewe, B., & Wilde, N. (2012). Automated Concept Map Generation from Service-Oriented Architecture Artifacts. In A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. Valletta, Malta: University of Malta.
- Dhindsa, H. S., & Anderson, O. R. (2011). Constructivist-Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students' Cognitive Structures. *Journal of Science Education and Technology*, 20(2), 186-200.
- Gerchak, J., Besterfield-Sacre, M., Shuman, L. J., & Wolfe, H. (2003). Using Concept Maps for Evaluating Program Objectives. In *Proceedings of the Frontiers in Education Conference*.

- Holland, B., Holland, L., & Davies, J. (2004). An Investigation into the Concept of Mind Mapping and the Use of Mind Mapping Software to Support and Improve Student Academic Performance: University of Wolverhampton.
- Hu, M. L. M., & Wu, M. H. (2012). The Effect of Concept Mapping on Students' Cognitive Load. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 10(2), 134-137.
- Hwang, G. J., Kuo, F. R., Chen, N. S., & Ho, H. J. (2014). Effects of an Integrated Concept Mapping and Web-based Problem-Solving Approach on Students' Learning Achievements, Perceptions and Cognitive Loads. *Computers and Education*, 71, 77-86. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.013
- Ismail, M. N., Ngah, N. A., & Umar, I. N. (2010). The Effects of Mind Mapping with Cooperative Learning on Programming Performance, Problem Solving Skill and Metacognitive Knowledge among Computer Science Students. *Journal of Educational Computing Research*, 42(1), 35-61. doi:10.2190/EC.42.1.b
- Jetter, A. J., & Kok, K. (2014). Fuzzy Cognitive Maps for Futures Studies-A Methodological Assessment of Concepts and Methods. *Futures*.
- Kaddoura, M., Van-Dyke, O., & Yang, Q. (2016). Impact of a Concept Map Teaching Approach on Nursing Students' Critical Thinking Skills. *Nursing & Health sciences*, 18(3), 350-354. doi:10.1111/nhs.12277
- Ke, Z. (2013). Research on the Approach of Automatic Construct Concept Maps from Online Course. *Information Technology Journal*, 12(24), 8020-8024. doi:10.3923/itj.2013.8020.8024
- Kibar, Z. B., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). Assessing Prospective Chemistry Teachers' Understanding of Gases through Qualitative and Quantitative Analyses of their Concept Maps. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 542-554.
- Kumaran, V. S., & Sankar, A. (2013). An Automated Assessment of Students' Learning in e-Learning Using Concept Map and Ontology Mapping Advances in Web-Based Learning. In *ICWL 2013* (pp. 274-283): Springer.
- Mahasneh, A. M. (2017). The Effect of Using Electronic Mind Mapping on achievement and attitudes in an introduction to educational psychology course. *New Educational Review*, 47(1), 295-304. doi:10.15804/ner.2017.47.1.23
- Martínez, G., Pérez, Á. L., Suero, M. I., & Pardo, P. J. (2013). The Effectiveness of Concept Maps in Teaching Physics Concepts Applied to Engineering Education: Experimental Comparison of the Amount of Learning Achieved with and without Concept Maps. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 204-214. doi:10.1007/s10956-012-9386-8
- Nedungadi, P., Haridas, M., & Raman, R. (2015). Blending Concept Maps with Online labs (OLabs): Case study with Biological Science. In *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Novak, J. D., Bob Gowin, D., & Johansen, G. T. (1983). The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. *Science Education*, 67(5), 625-645.
- Qasim, I., Jeong, J. W., Heu, J. U., & Lee, D. H. (2013). Concept map Construction from Text Documents using Affinity Propagation. *Journal of Information Science*, 39(6), 719-736. doi:10.1177/0165551513494645
- Radix, C.-A., & Abdool, A. (2013). Using Mind Maps for the Measurement and Improvement of Learning Quality. *The Caribbean Teaching Scholar*, 3(1).
- Sharaf Eldin, A., Elsayed, A., Nasr, M. M., & Thabet, M. (2013). A Proposed Visualization Tool for Multilayer Conceptual Representation. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 10(5).
- Sharaf Eldin, A., M. Kamal, A., Nasr, M., Attia, S., Mohamed, M., Yehia, S., & Elsayed, A. (2009). A Performance Evaluation for Conceptual Representation Tools. In *9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 15-17 July 2009., Riga, Latvia.
- Stewart, J. (1979). Concept Maps: A Tool for Use in Biology Teaching. *American Biology Teacher*, 41(3), 171-175.
- Tanriseven, I. (2014). A Tool that can be Effective in the Self-Regulated Learning of Pre-Service teachers: The Mind Map. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(1). doi:10.14221/ajte.2014v39n1.1
- Valerio Arbizu, A. (2014). Extracting Knowledge from Documents to Construct Concept Maps. Indiana University.
- Watson, M. K., Pelkey, J., Noyes, C. R., & Rodgers, M. O. (2016). Assessing Conceptual Knowledge Using Three Concept Map Scoring Methods. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 118-146. doi:10.1002/jee.20111

- Wheeldon, J. (2011). Is a Picture Worth a Thousand Words? Using Mind Maps to Facilitate Participant Recall in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 16(2), 509.
- Wickramasinghe, A., Widanapathirana, N., Kuruppu, O., Liyanage, I., & Karunathilake, I. (2011). Effectiveness of Mind Maps as a Learning Tool for Medical Students. *South East Asian Journal of Medical Education*.
- Willis, C. L., & Miertschin, S. L. (2006). Mind Maps as Active Learning Tools. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 21(4), 266-272.
- Youssef, H. A. M., & Mansour, M. A. M. (2012). The Effect of Concept Mapping on Students' Learning Achievements and Interests in Taif University. *Life Science Journal*, 9(SUPPL.2), 346-353.
- Zipp, G. P., Maher, C., & D'Antoni, A. V. (2011). Mind Maps: Useful Schematic Tool for Organizing and Integrating Concepts of Complex Patient Care in the Clinic and Classroom. *Journal of College Teaching & Learning* (TLC), 6(2).

TRANSITAR HACIA UN PENSAMIENTO DE ORDEN SUPERIOR: MAPAS CONCEPTUALES EN LA UNIVERSIDAD CASTRO CARAZO

(TRANSITIONING TOWARDS HIGHER ORDER THINKING: CONCEPT MAPS AT CASTRO CARAZO UNIVERSITY)

*Eleonora Badilla Saxe, Stefany Ocampo Hernández, Karen Acuña Picado, Milena Carvajal Rivera, Isabel Vargas
González, Julián Cordero Arroyo, Liana Rojas Binda, María del Carmen Gamboa Umaña, Lineth Cerdas Sánchez &
Mauricio Salazar Saénz*

Universidad Castro Carazo, Costa Rica

*Email: {ebadilla, socampo, kacunap, mcarvajalr, ivargas, jcordero, lrojas, mgamboa, lcerdas,
msalazar}@castrocarazo.ac.cr*

Abstract. In its reinvention journey to face challenges posed by the XXI century, Castro Carazo University, founded in Costa Rica in 1936, is keen on fostering the development of high order thinking skills among faculty and students. Learning to think through Concept Maps (CM), aided by the multimedia tool CmapTools, is one of the main strategies as part of this effort. Learning to think through Concept Maps (CM), aided by the multimedia tool CmapTools, is one of the main strategies as part of this effort. Since being appointed rector in 2016, Dr. Eleonora Badilla Saxe started preparing the ground for the institution to support this strategy from every administrative instance, as an institutional goal. Castro Carazo University is transitioning towards a change of paradigm: from teaching to learning, and in order to do so, CM are essential strategies. This institutional transition has just started, and achievements will be visible once CM have become generalized within the institution's learning process. This paper compiles these first institutional and interdisciplinary efforts. Successes are celebrated, and errors are faced as possibilities for improvement. Both are made visible.

Keywords: concept mapping, meaningful learning, high order thinking skills.

1 Introducción

La Universidad Castro Carazo, fundada en 1936 en Costa Rica, en su ruta hacia una reinención para enfrentar los retos del siglo XXI como institución educativa, ha escogido apostar por el desarrollo de habilidades superiores de pensamiento en sus estudiantes y docentes. Una de las estrategias elegidas para hacerlo, es aprendiendo a pensar con Mapas Conceptuales (MC) utilizando la herramienta multimedia CmapTools (Cañas *et al.*, 2004). Al asumir la Rectoría de la Institución la Dra. Eleonora Badilla Saxe, inicia en el año 2016 la fertilización del terreno para que la institución, desde las instancias de gobernanza apoyen la propuesta como una estrategia institucional. Para Badilla (2018), el objetivo de cualquier institución educativa es acompañar, promover y visibilizar el aprendizaje y en ese contexto, los MC diseñados con CmapTools posibilitan el proceso de construcción del conocimiento, resultante de ese aprendizaje. La institución ha optado también por la Ecoformación que busca la interrelación del individuo con su contexto biológico y social, y el uso generalizado de MC permite el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior necesarias para enfrentar las diferentes crisis que enfrenta el planeta: culturales, cívicas, ambientales, morales, espirituales. Enfrenta así la Universidad Castro Carazo, el tránsito hacia un cambio de paradigma: de la enseñanza al aprendizaje. Y para lograrlo, los MC son una estrategia imprescindible. El tránsito institucional apenas comienza y se centra en la experiencia, no en los resultados, por tanto, los logros se verán cuando los MC estén generalizados en los procesos de aprendizaje en la institución. En esta ponencia se visibilizan los primeros esfuerzos, que son institucionales e interdisciplinarios. Los aciertos se celebran. Los errores se aprecian, como oportunidades de mejora. Se visibilizan ambos.

2 Disrupciones en la Docencia

Para transitar hacia un cambio de paradigma, es necesario hacer disrupciones en la docencia tradicional. Aquella que se centra en la enseñanza para hacer un énfasis en el aprendizaje. En ese sentido, se ha iniciado un acompañamiento al profesorado de la institución en tres dimensiones:

- **Dimensión pedagógica:** se les apoya a los docentes con nuevas visiones de la educación, con nuevas didácticas, nuevas formas de evaluar, un ejemplo claro es el programa “Disrupciones” y las distintas

conferencias gratuitas. Los fundamentos de los MC que promueven el aprendizaje significativo, apoyan el esfuerzo institucional de fortalecer la dimensión pedagógica, con una mirada más innovadora.

- **Dimensión personal:** se realizan reflexiones y concientizaciones en torno a la práctica docente. La autoevaluación docente auténtica será parte de la valoración institucional de su profesorado, y en ese momento, se propondrá el diseño de MC personales e individuales, como una forma de crecimiento personal y profesional.
- **Dimensión tecnológica:** el uso constructorista de tecnologías digitales permite apoyar (y potenciar) el aprendizaje, entre ellos CmapTools para el diseño y desarrollo de MC.

Las disrupciones en la docencia universitaria inician, con Directores y Directoras de Carreras y docentes el 24 de febrero del 2017 con un taller de 60 horas de MC y CmapTools con la mirada experta del Dr. Alberto Cañas Collado y el apoyo pedagógico de la Dra. Eleonora Badilla Saxe. En un primer momento, la experiencia de los 25 aprendientes fue de mucha concentración y ruptura, un proceso iterativo que se puede comparar con el aprender a leer y escribir: ambos procesos son complejos y visualizan el error como oportunidad para el aprendizaje, cabe destacar que durante de este proceso surge una comunidad de aprendizaje en la Universidad Castro Carazo, autodenominados “Maperos”.

2.1 El Aprendizaje de los Maperos

Animados por el Dr. Alberto Cañas, los Maperos, son guiados para analizar el contenido de diversos mapas conceptuales, de un mapa conceptual sobre aves. En el mapa, notan la *presencia de frases* que parecen funcionar como *puentes*, perciben que quien hizo el mapa, comprende el tema. La presencia de “frases” son reconocidas como *proposiciones*: siendo éstas uno de los mayores desafíos de comprensión al elaborar MC, ya que el significado de concepto es complejo de asimilar. Para Kandel (2007) lo anterior corresponde a la biología mental, definida como: “el conjunto de operaciones mentales que llevan a cabo los circuitos neurales especializados, siendo éstos los que nos permite resolver los problemas que afrontamos a diario” (p.28).

En los seres humanos, tanto el aprendizaje como la memoria, son procesos fundamentales que posibilitan el desarrollo de nuevas ideas a partir de la experiencia y la retención de éstas en la memoria. De esta forma, entre más experimentemos el diseño de MC, mejor retenemos en nuestra memoria el cómo hacerlos, siendo así la ruta a seguir el ejercicio constante de construcción de mapas. Los “puentes” mencionados, corresponden a las *palabras de enlace*, lo que significó entender que no existe un listado de palabras que recomendar para vincular un concepto con otro al ser cada experiencia de aprendizaje única, de manera que, las palabras de enlace son una construcción propia que se ve enriquecida por las experiencias previas.

Una vez realizado el debate sobre los elementos que conforman un mapa conceptual, se solicita elaborar un MC libre, preferiblemente con una temática que apasionara a los aprendientes. Los tópicos fueron variados: fantasía, amor hacia los animales, cuestiones de liderazgo e incluso el uso de los “memes”¹ recientemente populares en las redes sociales. Precisamente el MC de “memes” ejemplifica lo reconocido por diversos autores, en el sentido de que a partir del gozo y la apropiación de los participantes se genera una atmósfera de disfrute y de apertura hacia el aprendizaje (Freire, 2006). Continuando con esa coherencia, en todas las sesiones permeó el aprender haciendo y el aprendizaje colaborativo, fomentando el trabajo interdisciplinario y la búsqueda de la innovación, habilidades que el Modelo Educativo Ecoformativo de la Universidad Castro Carazo busca promover.

Las sesiones se enfocan en compartir cada mapa con la intención de identificar las concepciones equivocadas a través del diálogo crítico, habilidad que, para algunos autores permite analizar las interacciones, reflexionar sobre el quehacer e enriquecer las próximas intervenciones (McLaren & Kincheloe, 2008). Aceptar equivocarse públicamente no fue fácil, no obstante, las equivocaciones se convirtieron en oportunidades de aprendizaje que poco a poco, generaron confianza en el grupo. De forma paralela, todo ejercicio fue orientado por el Dr. Cañas, a partir de preguntas para lograr identificar el error y para que entre todos pudieran dar sus críticas constructivas en un ambiente de respeto y escucha activa.

El proceso de aprendizaje requiere evidenciar los errores para analizarlos, discutirlos y negociar significados entre los participantes. “He pensado demasiado” (Cañas Reiska & Möllits, 2017: p.6) es parte de los comentarios

¹ En el siguiente enlace se pueden visualizar algunos de primeros MC elaborados por los Maperos: https://drive.google.com/file/d/161vAi-WHdznpz021Y_VLw_Fw27zSWrt/view?usp=sharing

escuchados durante el taller. Es una forma en que las personas verbalizan y ponen en evidencia el desarrollo de habilidades de orden superior que comienzan a desarrollar al diseñar sus MC: analizar, solucionar problemas, sintetizar y pensamiento reflexivo. De ahí se desprende la importancia de crear un ambiente de aprendizaje óptimo donde lo importante sea el proceso y no el resultado.

Algunos de los aprendizajes y dudas que generó la primera parte del taller de Mapas Conceptuales son los siguientes:

- Es primordial desaprender que no es un mapa conceptual para poder elaborarlos, hacer MC requiere estar dispuestos a aprender a hacerlos. Muchos “creían” saber qué era un MC, admitiendo estar equivocados.
- Los MC se construyen a partir de un cuestionamiento, por eso necesitan de una pregunta de enfoque que oriente su elaboración, como fue el caso del mapa de las aves.
- No se comprende claramente el significado de “proposiciones”.
- La jerarquía de los conceptos debe aparecer desde el primer momento, pero el cómo escoger esta lista de conceptos, aún es un reto.
- Es importante tomar en cuenta los intereses de los aprendientes, ya que facilita bastante la construcción y comprensión de la teoría de MC.
- Se aprende a hacer MC, ¡haciéndolos!
- Compartir los errores, nos hace aprender y mejorar. El error es una oportunidad de mejora

En una segunda parte del proceso, se avanza hacia la construcción de un modelo de conocimiento a partir de una pregunta de enfoque: *¿Por qué debemos visitar Costa Rica?* Los primeros ejercicios fueron completamente libres para escoger un tema de afinidad por cada integrante. El intento por diseñar su MC, pone en evidencia vacíos de conocimiento por lo que espontáneamente realizan procesos de indagación e investigación. La relevancia de facilitar variedad de experiencias de aprendizaje, es que permite mejorar la asimilación del conocimiento. Kandel (2007) sostenía: “hay muchas formas distintas de aprendizaje inducidas por distintos perfiles, combinaciones de estímulos y esas distintas formas, originan dos tipos de almacenamiento de la memoria muy diferentes entre sí” (p. 189). Hacer proposiciones a partir de algo que no se comprende, invita a los aprendientes a investigar el proceso de formación de la nieve, redefinir qué es el agua e identificar cómo perciben el color los seres humanos, es decir, negociar el significado que dan a cada uno de esos conceptos.

Es indudable que en el proceso de elaboración de los mapas podemos desarrollar nuevas relaciones conceptuales, en especial si, de una manera activa, tratamos de construir relaciones proposicionales entre conceptos que previamente no considerábamos relacionados. A menudo, estudiantes y profesores se dan cuenta de nuevas relaciones y, por consiguiente, nuevos significados (Novak & Gowin, 1984, p.18).

Para este ejercicio: *¿Por qué debemos visitar Costa Rica?* Se propone dividir la experiencia en tres partes:

- i) Práctica de proposiciones: hacer buenas proposiciones requiere un nivel de comprensión claro sobre conceptos y palabras de enlace, en este espacio, los participantes dieron respuesta de forma colaborativa a variados ejemplos de conceptos para formar proposiciones, destacando como una palabra de enlace puede dar un significado completamente diferente a un concepto. Según Novak & Gowin (1984), “el pensamiento reflexivo es un quehacer controlado, que implica llevar y traer conceptos, uniéndolos y volviéndolos a separar, los estudiantes necesitan practicar el pensamiento reflexivo, igual que un equipo tiene que dedicar tiempo para entrenarse en un deporte” (p.19). Por tanto, el hacer MC se convierte en un arte que mejora en tanto se continúa practicando y que se ve beneficiado del trabajo colaborativo y el diálogo crítico.
- ii) *¿Por qué visitar Costa Rica?*: Cada integrante debía de construir su propio MC de Costa Rica empleando una lista de conceptos dados previamente. A pesar de ser todos costarricenses, la nacionalidad no facilitó necesariamente la construcción del mapa: se identificaron muchos vacíos entre conceptos y se tuvo que consultar bibliografía para apoyar la elaboración del mapa.
- iii) Modelo de conocimiento²: Luego de la elaboración individual de cada MC de Costa Rica, se procede a votar por el mejor mapa a criterio de los participantes. Escogido el candidato³, en equipos afines se realizaban otros

² Un modelo de conocimiento es un mapa conceptual integrado por otros mapas conceptuales que profundizan en otros conceptos que forman parte del “mapa esqueleto”.

mapas conceptuales que enriquecieran la estructura “esqueleto”. El mapa elegido debía mejorarse tanto en forma como en fondo y convertirse en un atractivo para el turista que tuviera deseos de conocer nuestro país.

El ejercicio de continuar practicando con las proposiciones y jerarquizar conceptos, va dando frutos. Tal es el ejemplo del mapa *¿Qué son las nubes y cómo se forman?*⁴ engloba proposiciones muy bien hechas, gracias a los espacios de conversación sostenidos durante el taller. Las conversaciones, dice el biólogo chileno Humberto Maturana, consolidan la confianza entre los participantes para conversar sobre sus errores sin vergüenza o miedo. (Maturana, 1999).

Muchos de los conceptos abordados en el mapa de las nubes eran desconocidos por los aprendientes, los cuales al comprender el significado de conceptos como “cirros”, “estratos” o “nimbos”, cambiaron su significado de nube gracias a la experiencia y la investigación previa. Para Novak &

Gowin (1984), los significados si se pueden compartir, pero el aprendizaje no; el primero se puede compartir, discutir, negociar y convenir, tal y como se ejemplifica en el mapa de las nubes.

Parte de los nuevos aprendizajes construidos a partir de la segunda experiencia con MC son:

- Para hacer MC, debemos comprender el tema por abordar.
- Los mapas conceptuales NO se utilizan para que otros los aprendan de memoria. Los MC son instrumentos de auto-evaluación que demuestran el dominio, capacidad de análisis y síntesis en la comprensión de un tema.
- El aprendizaje colaborativo apoya y facilita experiencias significativas en la construcción y elaboración de MC, propiciando la negociación de los significados.
- El rol del docente se puede visualizar como un modelo para la clase, al convertirse en una presencia que, con solo estar, es capaz de educar, instar o animar (Toro, 2005).
- Las proposiciones son la base y desafío más complejo en la construcción de MC.
- Las palabras de enlace denotan la comprensión que tenemos sobre un concepto o acontecimiento.

En una siguiente fase, los Maperos profundizan, diseñando un modelo de conocimiento, sobre los diferenciadores de la Universidad Castro Carazo: el ejercicio consiste en que cada Mapero de respuestas a preguntas de enfoque tales como: *¿Qué me ofrece diferente la Universidad Castro Carazo?*, *¿Qué quiero saber de la Universidad Castro Carazo?*, *¿Por qué estudiar en la Universidad Castro Carazo?*, *¿En qué se fundamenta la Universidad Castro Carazo?*, *¿Por qué la Universidad Castro Carazo es la mejor opción para mi formación profesional?* El desafío constaba en utilizar proposiciones que logran captar la atención del usuario: esta vez los mapas iban a ser construidos en función de los posibles estudiantes de la Universidad Castro Carazo para demostrarles por qué esta institución es su mejor opción. Asimismo, hubo nuevamente una votación para escoger el mapa más atractivo e ingenioso en cuanto a los conceptos elegidos, el ganador fue: “*Universidad Castro Carazo a tu medida*”⁵ y contiene conceptos tales como:

- Decidí cómo pagar.
- Elegí tu beca.
- Estamos donde vos estás.

Como se puede apreciar, es por medio de la sistematización de las experiencias de aprendizaje en la universidad que queda evidenciado lo sucedido: los Maperos han comprendido cómo conformar una proposición y con esta seguridad, es que se permiten quebrar algunas reglas propias de la teoría para proponer conceptos tan variados como los anteriores (Jara, 1994).

³ En el siguiente enlace se puede acceder al MC *¿Por qué visitar Costa Rica?* más votado y elegido por la mayoría:
https://drive.google.com/file/d/1QQb6Sbv-Huy_hCDe-RCxbZAcLbHD34v3/view?usp=sharing

⁴ En el enlace se puede visualizar el MC: *¿Qué son las nubes y cómo se forman?*
<https://drive.google.com/file/d/18pZpQE41t9xcaoiGLoAwbf1Nf2JubXsE/view?usp=sharing>

⁵ En el siguiente enlace se puede observar el MC más votado y seleccionado por los Maperos:
https://drive.google.com/file/d/117Q_ZRUR8LoXjrYq69H3uAsJQ6a-3eHj/view?usp=sharing

Los siguientes son algunos de los aprendizajes y oportunidades de mejora visualizados para esta etapa:

- Los MC deben ser explicativos y para poder llegar a este nivel de comprensión, es necesario practicar, además los mapas muestran un vínculo entre aspectos teóricos y prácticos.
- Dentro de las bondades del MC está el ser un instrumento de auto-evaluación que logra que las personas desarrollemos un pensamiento complejo con habilidades de pensamiento de orden superior. Morín (2005) describe dicho pensamiento:

Al haber sido domesticados por nuestra educación, que nos ha enseñado mucho más a separar que a relacionar, nuestra aptitud para la relación está subdesarrollada y nuestra aptitud para la separación está sobredesarrollada; insisto, conocer es a la vez separar y relacionar, es hacer análisis y síntesis. Ambos son inseparables, y cada vez es más grave nuestra atrofia de la capacidad de relacionar en un modo planetario, un *pensamiento complejo*, donde se trata de reconocer la interdependencia generalizada de todo y de todos. (p.45)

2.2 Más Maperos, en Círculos Concéntricos

Una segunda generación de Maperos nace a partir del 18 de octubre de 2017; integrada por directores académicos, gestores pedagógicos y una asesora curricular. Inician acompañados por colaboradores de la primera generación, quienes con mucha ilusión comienzan por recorrer un nuevo camino de aprendizaje junto con sus compañeros. Las sesiones de trabajo se realizan en el A: Lab y son mediadas cada día por un Mapero de la primera generación, distinto. Previamente se han planificado los materiales y se discute como facilitar las experiencias de aprendizaje para los nuevos Maperos.

En un principio, los Maperos creían que el conocimiento tenía un punto de partida y un término con la finalización del taller. Hoy la comunidad de aprendizaje Castro Carazo, sabe que el conocimiento es una aventura en espiral, que tiene un punto de partida histórico, pero no tiene término, que debe sin cesar realizar círculos concéntricos (Morín, 2004).

3 Espacios Disruptivos

El tránsito hacia un nuevo paradigma en la Universidad Castro Carazo incluye una re-conceptualización de los entornos donde se aprende. Siendo que esta universidad custodia una Reserva de Vida Silvestre: La Marta, se considera esta un entorno para aprender. Los espacios virtuales se incluyen también y se está de camino a rediseñar los espacios físicos. Como ilustración de la meta que persigue la institución en el rediseño de los espacios, se inauguró un Laboratorio de Aprendizaje A:LAB que presente diversas configuraciones del espacio, mobiliario alternativo y tecnologías para la creación y la fabricación digital. Pero el énfasis de este espacio no es la fabricación de prototipos (aunque se fabrican) ni las tecnologías digitales (aunque se utilizan), sino el aprendizaje. El imaginario colectivo e individual de la comunidad universitaria contaba con muchas y diversas interpretaciones de lo que podría ser este espacio innovador. Con el fin de buscar una visión compartida, se pidió a un grupo de la primera generación de Maperos que diseñaran un MC para responder a la siguiente pregunta de enfoque: *¿Qué es el laboratorio de Aprendizaje de la Universidad Castro Carazo?* En el proceso de construcción de este mapa, el error se convierte en “el riesgo permanente del conocimiento y del pensamiento del intelectual” (Morín, 2005, p.36). En el mapa que finalmente se escogió, se puede visualizar la síntesis hecha donde fue necesario llegar a consensos sobre qué era un Laboratorio de Aprendizaje para nuestra Universidad; qué conceptos integraban ese pensar y cómo sustentar cada palabra de enlace de manera que fueran el mejor puente entre un concepto y otro. No solamente se confeccionó el mapa del ALAB, también se hizo un segundo mapa que da respuesta a *¿Qué aprendemos en el ALAB?* Como se puede apreciar, los conceptos pueden ser comprendidos en mayor o menor medida de profundidad según las experiencias y el impacto que éstas tengan en nuestra percepción de los significados conceptuales. Ahora, se puede denotar un nivel de complejidad y mayor comprensión de la teoría de MC en los Maperos en estos dos últimos

⁶ En el siguiente enlace aparecen los dos MC construidos para el Laboratorio de Aprendizaje: https://drive.google.com/file/d/14pEW3k-12JRSnlqiN_KfY_1zIST3OiO/view?usp=sharing

mapas, las preocupaciones de los colaboradores ya no recaen en diferenciar un concepto de una palabra de enlace, sino que se acentúan en sus proposiciones y en el desarrollo de un pensamiento complejo (Novak y Gowin, 1984). El primero mapa, que responde a ¿Qué es el A:LAB? está exhibido en una de las paredes de ese laboratorio, como un recordatorio permanente de que el propósito debe ser el aprendizaje significativo. Es una constante llamada de atención hacia la importancia de la construcción de conocimiento, más allá del activismo sin propósito.

4 Aprender Mapeando

Con dos generaciones de Maperos comprometidos con su propio aprendizaje de MC y CmapTools, la institución inicia el primer paso para llevar un aprendizaje significativo a las aulas universitarias. A continuación, algunos ejemplos ilustrativos:

4.1 Dirección de Aduanas y Comercio Internacional; Curso Elementos de la Valoración II:

La experiencia de aprendizaje sobre mapas conceptuales que describe este apartado se desarrolló durante el III Cuatrimestre del año 2017: setiembre a diciembre con un grupo de cinco estudiantes de Elementos de la Valoración II. El primer acercamiento a los MC se inicia en la segunda semana del curso. Los estudiantes analizan el diálogo del Dr. Alberto Cañas Collado con la Dra. Eleonora Badilla Saxe en el programa Disrupciones: Diálogos sobre Docencia Posteriormente, la docente les plantea contestar la pregunta la siguiente pregunta ¿Cómo se realiza la valoración Aduanera en Costa Rica? En palabras de la docente a cargo del curso, la iniciación de los estudiantes con el CmapTools y los MC se da de la siguiente manera:

En un primer momento, se aclaran dudas sobre la teoría que sustenta los MC se les da espacio a los estudiantes de realizar unos primeros mapas respondiendo a la pregunta generadora. Al conversar sobre los mapas que realizaron se dan cuenta que éstos no contestan la pregunta generadora y en algunos casos distan bastante de ser un MC. Se evidencian algunos errores de concepto de los estudiantes en relación con los MC: no reconocen qué es un concepto y no comprenden qué es una palabra de enlace. Estos errores, se revisan y comentan en una plenaria al analizar todos los mapas y al hacer las apreciaciones y recomendaciones pertinentes para que el segundo MC fuera acercándose a responder la pregunta y las proposiciones se pudieran establecer con claridad. La docente relata que les anima, y siguiendo a Novak y Gowin, valida su sentimiento de frustración al reconocer que resulta muy difícil pensar en las ideas que son nuevas, poderosas y profundas; por lo que les reitera que tienen tiempo y el apoyo de su persona para construir ese aprendizaje (Novak y Gowin, 1984).

Para la siguiente sesión, se programa la clase en el A: Lab y se inicia con la construcción de un MC colaborativo sobre los “Términos de Comercio Internacional” (INCOTERMS), el cual es un contenido que los estudiantes conocen muy bien. Para realizar la actividad, se les facilita figuras en 3D que representan distintos conceptos que deben considerar para responder a la pregunta de enfoque: *¿Cuál es el papel de los INCOTERMS para la Valoración en Aduana?*⁷ En esta ocasión, al momento de revisar los mapas hechos por cada equipo, se hizo mayor énfasis en la elaboración de las proposiciones, pues se corrigieron varias veces hasta que lograron que tuviera sentido la relación. Durante este proceso, la docente genera discusión lanzando preguntas a los equipos, lo que permite que el estudiantado reconozca sus errores al momento de construir el MC. Estos errores no se indican de manera directa, al contrario, se señalan por medio de un cuestionamiento realizado por la docente.

Por último, al comprender y diferenciar los estudiantes que es un concepto, una palabra de enlace y como elaborar una proposición, logran acercarse cada vez más a responder la pregunta de enfoque. En las siguientes prácticas, es notable el progreso en la construcción de MC. De hecho, en palabras de una estudiante comenta: *“en un inicio creí que no lo iba a lograr, era muy complicado relacionar conceptos”*, su ejemplo es un caso concreto donde se muestra el avance ya que su mapa final fue sustancialmente bueno, muy completo, y con enlaces entre conceptos que permiten entender perfectamente cómo se realiza la valoración Aduanera en Costa Rica.

⁷ Ingresar al enlace para visualizar los diversos MC construidos en Elementos de la Valoración II:
<https://drive.google.com/file/d/1CBS1c4nHKuQeDXTYh5MrhM70gNeQxm8d/view?usp=sharing>

La docente de este curso comenta que el principal reto al que se enfrentan los estudiantes cuando desarrollan MC es entender el significado de concepto, también les cuesta analizar las proposiciones y si encuentran las palabras de enlace apropiadas, las usan repetitivamente. Para facilitar el proceso de formación de MC, la docente del curso de Elementos de Valoración II, considera necesario: “llevar y traer conceptos, uniéndolos y volviéndolos a separar, ya que los estudiantes necesitan practicar el pensamiento reflexivo, igual que un equipo tiene que dedicar tiempo para entrenarse en un deporte” (Novak y Gowin, 1984: p.19). Por tanto, el hacer MC se convierte en un arte que mejora en tanto se continúa practicando y que se ve beneficiado del trabajo colaborativo, el diálogo crítico y el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior.

4.2 Administración Educativa

Durante el III cuatrimestre del año 2017 se desarrolla en la Universidad Castro Carazo el curso La Comunidad y la Institución Escolar del programa de la Maestría en Administración Educativa. El curso aborda el estudio de las características sociales, económicas, culturales y ecológicas de las comunidades, así como la problemática más frecuente que presentan en la actualidad. En este curso se incorporó como técnica didáctica el uso de mapas conceptuales a partir de los contenidos de esta asignatura.

A continuación, una breve descripción del proceso de uso de MC en este curso:

Para la primera sesión se asigna la lectura referente sobre MC de Alberto J. Cañas y Joseph D. Novak, además deben observar el video de Mapas Conceptuales entre el Dr. Alberto J. Cañas y la Dra. Eleonora Badilla Saxe utilizado en los otros cursos, el cual les ayuda a dimensionar y comprender la importancia de los conceptos en la construcción de los mapas conceptuales. Con los referentes apropiados, se realizan con apoyo de la docente, una lluvia de las principales ideas y/o conceptos de la lectura y posteriormente, se discriminan conceptos o se replantean otros. Hecha la lista preliminar de conceptos, se les pide a los estudiantes que, con pequeñas hojas de colores construyan un MC sobre Mapas Conceptuales. Como parte del proceso los estudiantes comentaban: “*podemos hacer una definición primero*”, mientras que otro de los estudiantes señala: “*es un concepto muy variado... es relativo*”. Conforme se avanza en la elaboración del MC, se percatan que las proposiciones no responden a la pregunta.

La segunda experiencia se realiza cuando se aborda el tema: “La familia como institución social y educativa”. Para este contenido los estudiantes realizan las lecturas correspondientes utilizando el entorno virtual. Se les solicita mencionar las ideas centrales de las lecturas y los conceptos rescatados de las mismas, posteriormente se les pide en subgrupos de dos o tres personas diseñar una pregunta de enfoque. En la siguiente etapa, deben compartir sus preguntas de enfoque y anotarlas en un lugar visible, poco a poco mediante un consenso se discriminan algunas preguntas hasta contar con dos y finalmente se opta por una de las dos: *¿Cuál es el rol de la familia en la educación?* Posteriormente, inician el trabajo colaborativo de elaborar el mapa conceptual utilizando CmapTools.

En el caso de estos estudiantes, uno de los retos es lograr llegar a acuerdos con los compañeros en cuanto a los conceptos que deben considerar o modificar para dar respuesta a las preguntas de enfoque; además se evidencia un desconocimiento sobre la teoría de MC. Para la docente, el principal reto es la sensibilización de los estudiantes para el aprendizaje y uso adecuado de los mapas conceptuales, pues durante el trabajo realizado se puso en manifiesto la resistencia de algunos estudiantes a participar, e incluso en la realimentación final del curso se solicita una menor utilización de esta técnica. Si bien es cierto, la implementación de mapas conceptuales no debe ser forzada, sí debe ayudarse al estudiante a tomar conciencia del valor de utilizarla en los procesos de aprendizaje. Ante la dificultad de los estudiantes por enlazar adecuadamente los conceptos, en este caso constituye una oportunidad de aprendizaje, ya que las palabras de enlace permiten a los estudiantes identificar cual es el enlace que mejor expresa su conocimiento sobre el tema, por ese motivo deben ser concisas, claras y específicas (Cañas y Novak, 2013).

4.3 Mapa Colaborativo Intercurso

Como parte de los proyectos que se realizan en el Laboratorio de Aprendizaje A:LAB en la Universidad Castro Carazo, la Rectoría y la Dirección de Educación, deciden poner en práctica un plan piloto para que dos grupos diferentes de Educación realicen de manera colaborativa un proyecto final: la elaboración de un mapa conceptual. Para este ejercicio, se escogieron del programa la licenciatura en Docencia: Tecnología Educativa y Materiales Didácticos y Desarrollo y Crecimiento del Adolescente. La planificación por parte de los docentes a cargo

contempla los roles, así como las estrategias necesarias para lograr en menos tiempo, estudiar los contenidos de los cursos. Se acuerda que el grupo de Tecnología Educativa tenga previamente dos sesiones dedicadas a la construcción de MC como parte del desarrollo del programa académico, por su parte, el otro grupo debe centrarse en el desarrollo de una investigación sobre el adolescente que dará sustento al MC. Para dicho trabajo se tienen dispuestas tres sesiones del bimestre, las dos primeras para la elaboración del mapa y la tercera para presentar de una manera creativa el proceso mediante una presentación oral. Ambos docentes apoyan y orientan la elaboración de las preguntas de enfoque desde el inicio del bimestre para que los estudiantes puedan enfocar su investigación, además, se envía la lectura “Aprendiendo a aprender” y el libro del curso del Adolescente para que se puedan familiarizar con la temática.

Paralelamente, desde la segunda sesión de clases, el grupo de Tecnología Educativa y Materiales didácticos tiene un fuerte acompañamiento tanto presencial como virtual para avanzar en la construcción de mapas durante las primeras semanas, de esta manera, la docente se encarga de facilitar diversos ejercicios para que los estudiantes puedan comprender qué es un MC: en el caso de los conceptos se lleva a la clase un listado de conceptos y/o acontecimientos: flor, perro, tormenta, ballena, feliz cumpleaños, silla. La indicación dada es que los estudiantes anoten el dictado de palabras y luego sin consultar la hoja, mencionen en el mismo orden el listado de palabras, a lo cual la mayoría no logra recordar más de cuatro palabras. Después, nuevamente se les indica tomar una hoja limpia y proceder a dibujar cada una de las palabras ya dictadas, ahora se nota una gran diferencia entre ambos ejercicios, pues al haber un cambio en la experiencia, logran recordar de manera más sencilla todas las palabras y al tener claro “la imagen concreta” de cada uno de las palabras, se les informa que todas ellas corresponden a conceptos-acontecimientos. En tanto, el grupo de Desarrollo del Adolescente inicia un trabajo de campo que requiere entrevistar a jóvenes para luego sistematizar los resultados. Finalmente, al momento de empezar a trabajar los estudiantes de ambos grupos, surgen retos propios tanto del quehacer académico, así como del convivir con personas que prácticamente no se conocen, a continuación, extractos de conversaciones entre el estudiantado:

“Cuando hablamos de un concepto debemos imaginarlo”, “Se pueden repetir las palabras en un mapa conceptual ¿verdad? - sí se puede repetir, pero no es lo ideal”, “Lo que podemos hacer es dejar los conceptos y los ponemos acá, pero es que debemos tener proposiciones para que tenga sentido”, “No se contesta la pregunta, nos estamos desviando”.

En la tabla 1 se presentan los retos afrontados por el estudiantado durante el proceso de construcción del MC. Los estudiantes comentan que hicieron falta más insumos por parte del grupo que aportaba la investigación, lo cual solucionaron consultando más bibliografía, además muchos coinciden en haber tenido una noción errónea sobre lo que es un MC. Aprendieron a resolver problemas por medio del cuestionamiento, a crear empatía, llegar a acuerdos y consensos, tolerar las ideas del otro: comprendieron que ambas partes son necesarias para construir el mapa y que se necesitaba un gran esfuerzo para trabajar en equipo. En palabras de Cañas, et. al (2017) es posiblemente más importante el proceso, que el mapa final, sobre todo porque el interés principal es aprender, ejercitar habilidades de pensamiento de orden superior y generar un cuestionamiento continuo entre el estudiante y el educador. La capacidad de análisis, interpretación, metacognición, pensamiento reflexivo y cuestionamiento, son algunas de las habilidades de pensamiento de orden superior desarrolladas al crear mapas conceptuales que muy probablemente empezaron por desarrollarse en estos estudiantes.

5 Diseño Curricular No Lineal

Un equipo integrado por la Coordinación de Innovación Curricular (primera generación de Maperos), la Dirección del Centro de Idiomas, Asesoramiento curricular y un Gestor Pedagógico del Laboratorio de Aprendizaje (segunda generación de Maperos), diseñan un mapa conceptual del Acuerdo de Aprendizaje⁸ del módulo "Fundamentals of Learning" en el A:Lab, dicho módulo es parte de la malla curricular del Programa Técnico en Facilitador de Inglés como Segunda Lengua que se impartirá en el idioma inglés en mayo del 2018.

⁸ En la Universidad Castro Carazo, se han transformado los Programas Académicos de las mallas curriculares en Acuerdos de aprendizaje en la oferta de Técnicos.

¿Cuál es la opinión general de los encuestados sobre el sistema educativo⁹?	-Todos parecen interesados: aportan ideas para la presentación, prestan atención, el grupo interactúa cordialmente: se distribuyeron tareas, toman en cuenta la opinión de los integrantes.
¿Por qué es importante la educación sexual responsable en adolescentes?	-Se nota un desinterés por parte de algunos miembros del grupo, mientras otros deciden verificar todas las proposiciones y otros planifican la presentación. -Reconocen que la investigación es un ejercicio paralelo a la construcción de mapas, permite la negociación de significados y la identificación de concepciones equivocadas.
¿Cómo se relaciona el consumo de drogas con conductas de riesgos en la persona adolescentes?	-La docente orienta a los estudiantes en la construcción de los enlaces cruzados. -Los integrantes se encuentran comprometidos con el trabajo, se aprecian comentarios como: <i>“Creía que era bueno haciendo mapas todos estos años”</i> .
¿Por qué los jóvenes consumen alcohol y tabaco?	-En este grupo se dividen tareas: una parte prepara la exposición y el otro continúa con el mapa. -Los estudiantes exponen sus dudas entre ellos y comentan que el ponerse de acuerdo la semana anterior, fue parte de la dificultad que presentaron como grupo. -Consideran como opción hacer un video con audio y fotos para narrar entre todas las voces el proceso: <i>“es una experiencia que nos hace salir de la zona de confort”</i> .

Tabla 1: Sistematización de experiencias

Durante el proceso de construcción del mapa conceptual, un factor sumamente enriquecedor es replantear la pregunta de enfoque, originalmente la pregunta era: “How do we learn?” (¿Cómo aprendemos?). Debido a que esta pregunta no es coherente con lo planteado en el acuerdo de aprendizaje del módulo, se procede a modificarla, concluyendo que la pregunta de enfoque no debe centrarse en el aprendizaje en general, sino en el aprendizaje de una segunda lengua y que, además, debe mencionar específicamente el aprendizaje del inglés, ya que el módulo no incluye otras lenguas.

El intercambio de ideas alcanza momentos bastante críticos en donde el debate interpela a los participantes: “¿Qué entendemos por principios?”, “¿Memorización y repetición son principios?”. Al formular estas preguntas, se aclara que los principios se encuentran en las teorías, por tanto, se procede a investigar sobre estas teorías. Este intercambio dialéctico, es un ejercicio muy provechoso que permite llegar a acuerdos entre los participantes, el más significativo es cambiar la pregunta de enfoque por: “What are the fundamental theoretical principles of English Language Learning?”. En una de las etapas iniciales se plantea elaborar un mapa de cada una de las teorías en forma individual, no obstante, en lugar de construir varios mapas individuales, se decide construir un solo mapa tomando elementos de los mapas individuales, en palabras de los participantes: *“ligar cada concepto a la pregunta generadora del mapa y no contar con conceptos aislados”*. Por último, es notable como durante el proceso de construcción, se sustituyen varias palabras de enlace a partir de la retórica de la bibliografía consultada, tales como “studies”, “embodies”, “observed by”, se modifican palabras de enlace, pues los conceptos no eran coherentes entre sí y no establecen una adecuada relación y se asevera reiteradamente que hay mucho contenido, siendo necesario *“ir discriminando, hacer síntesis y eliminar duplicados”*. En el siguiente enlace se puede consultar el MC construido: <https://cmapscloud.ihmc.us/viewer/cmap/1SBWLW96H-15G7VSP-1BF>

Los principales aprendizajes del proceso de este diseño curricular no lineal son:

⁹ En el siguiente enlace, aparecen los diversos MC construidos por los estudiantes de ambos cursos: <https://drive.google.com/file/d/1khEDP0dhSj8pcTmz72uCrSQ4v1JJFeyG/view?usp=sharing>

- **Idioma:** Se presentan dificultades esencialmente de dos tipos: la redacción de proposiciones en lengua inglesa, y el uso constante de la traducción durante el proceso, esto porque se solía pensar en las proposiciones en español en vez de enfocarse en redactar las proposiciones en inglés desde un inicio.
- **Complejidad del proceso de construcción del mapa:** Este proyecto es la primera experiencia de los integrantes del equipo en el diseño curricular de un curso utilizando esta metodología, ciertamente, uno de los retos sobresalientes es la construcción de la pregunta de enfoque, la cual varía al menos en tres oportunidades de manera sustancial. En relación con la utilización de los mapas conceptuales, se comprende que es variada y múltiple, siendo particularmente útiles para la organización del conocimiento, como recurso de planificación del currículo y como evaluación de aprendizajes (Díaz, 2011).

6 Desarrollo de Módulo CmapTools para Entornos Virtuales en Moodle

La Rectoría, la Dirección de Informática, junto con el Dr. Alberto Cañas, quien recibió de la Universidad Castro Carazo un Doctorado Honoris Causa, realizan actualmente un proyecto para desarrollar un módulo de CmapTools para Entornos Virtuales en Moodle. Dicho proyecto está a cargo de un equipo conformado por la directora de la carrera; un docente de la Universidad Castro Carazo líder técnico licenciado en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas, con experiencia en desarrollo web con metodologías ágiles y dos estudiantes del último cuatrimestre de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Informática. La metodología utilizada se basa en el marco de trabajo Scrum y los lenguajes de programación empleados son: HTML, JavaScript, CSS, PHP y Java. De esta manera, el proyecto ha presentado dos fases:

- Primeramente, se deseaba facilitar un acceso para acceder al CmapTools por medio de una herramienta desarrollada en Moodle en donde el usuario no debiera inscribirse desde la página web, sino que la plataforma misma.
- En un segundo momento, se opta por preparar un taller de requerimientos con la primera generación de Maperos, dando ellos una guía y apoyo a los programadores sobre las necesidades que tienen como usuarios. La técnica utilizada en el taller busca dar libertad al usuario para que definan los requerimientos necesarios, se enfoca en las historias de usuarios ¹⁰ en las que se considera hay más dudas o mayor relevancia en reuniones previas. Después de estos requerimientos, el equipo continúa especificando y definiendo historias de usuario que deben ser priorizadas y definidas de acuerdo al alcance del proyecto, basándose en el tiempo del entregable.

Actualmente, cada dos semanas el equipo desarrollador se reúne para analizar un conjunto de historias de usuarios pequeñas para trabajar cada quince días, la idea de las reuniones es ampliar la historia y los criterios de aceptación, de hecho, la metodología solicita estar en contacto con ese usuario experto, en este caso se trata de la directora de la carrera. Finalmente, en las sesiones se ve el producto y se revisan las correcciones.

7 Resumen

El aprendizaje y utilización de Mapas Conceptuales en la Universidad Castro Carazo se visualiza como una estrategia permanente, en espiral que permita a sus docentes y estudiantes tanto el aprendizaje significativo como el desarrollo de habilidades superiores de pensamiento. En este documento se presentan los dos primeros años del camino recorrido por la Universidad Castro Carazo en el aprendizaje de Mapas Conceptuales. La sistematización de esta experiencia tiene dos intenciones: elaborar una memoria viva que recoja lo que va sucediendo entorno a MC en la Universidad Castro Carazo, (documento que actualmente contiene cuatro capítulos y que va recopilando cada detalle de esta experiencia) y preparar una ponencia para el Congreso Internacional de Mapas Conceptuales que se realizará en Medellín Colombia, 2018, la cual presentamos en este documento.

Referencias

Badilla, E. (2018, enero 18). Mapas Conceptuales [Archivo de video]. Universidad Castro Carazo. Recuperado de https://youtu.be/bJ_6X_rT6HU

¹⁰ Son requerimientos muy específicos que dan el paso a paso sobre lo que se debe hacer al desarrollar un programa.

- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. y Novak, J. (2013). *Estrategias para Iniciar a los Estudiantes de Primaria/Secundaria en la Elaboración de Mapas Conceptuales*. Eduteka. Recuperado de <http://www.eduteka.org/MapasConceptuales.php>
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing Higher-Order Thinking skills with Concept Mapping: A Case of Pedagogic Frailty. *Knowledge Management & E-Learning*, 9(3), 348–365.
- Díaz, J. (2011). Los Mapas Conceptuales como Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje de la Educación Básica. *Educere, la revista Venezolana de Educación*, 6(18), 194-203. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/356/35601811.pdf>
- Freire, P. (2006). *Pedagogía de la Indignación*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Jara, O. (1994). *Para Sistematizar Experiencias: Una Experiencia Teórica y Práctica*. Buenos Aires: Ediciones Ciccus.
- Kandel, E. (2007). *En Busca de la Memoria*. Buenos Aires, Argentina: Katz.
- Maturana, H. (1999). *Transformación en la Convivencia*. Santiago: Dolmen Ediciones.
- Mclaren, M., & Kincheloe, J. (2008). *Pedagogía Crítica: ¿De qué Hablamos, ¿Dónde Estamos?* Barcelona, España: Editorial Grao.
- Morín, E. (2004). *La Epistemología de la Complejidad*. Recuperado de <http://www.uv.mx/dgda/files/2013/04/Morín-Edgar-Epistemologia-de-la-Complejidad.pdf>
- Morín, E. (2005). *Sobre la Interdisciplinaridad*. Recuperado de www.pensamientocomplejo.com.ar
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Toro, J. M. (2005). *Educación con “Co-razón”*. Barcelona: Editorial Desclée.

USING CONCEPT MAPPING TECHNIQUE TO PROMOTE THE CREATION AND IMPLEMENTATION OF SCIENCE CAREER-RELATED SCENARIOS – THE MULTICO PROJECT EXPERIENCE

Regina Soobard, Miia Rannikmäe & Jack Holbrook

University of Tartu, Estonia

Email: regina.soobard@ut.ee, miia.rannikmae@ut.ee, jack.holbrook@ut.ee

Abstract. The purpose of this paper is to illustrate the use of concept mapping to create science career-related scenarios as part of a teaching approach to raising middle school students career awareness. The paper shows the role played by concept mapping in aiding the construction of a scenario. Within the project, 4 scenarios were created, each focusing on one science subject, but at the same time involved an interdisciplinary problem setting related to a socially relevant issue. The scenarios formed the 1st part of a theoretically justified 3-stage model teaching approach, which encompassed a created context (motivating students at the beginning of lessons by means of a scenario), de-contextualizing (gaining new conceptual science) and re-contextualizing (incorporating the science learning in socio-scientific decision making based on issues arising from the initial scenario). Within the project, the scenarios were utilised in a longitudinal study on middle school students (grade 7-9) with each intervention following the 3-stage teaching approach. In general, science teachers found the concept map support useful as they learned, in addition to creating scenarios, how to relate social issues with science learning and how to introduce science careers within lessons.

Keywords: concept mapping, scenarios, 3-stage teaching approach, science careers

1 Introduction

An evidence-based, attractive science education provision can enable all students to play a more active role in acquiring science, technology and engineering processes, to make informed choices and to more fully engage in a knowledge-based society. Furthermore, motivational science teaching and learning is perceived as connecting with everyday life (Hulleman & Harakiewicz, 2009) and with everyday life situations.

In MultiCo, a Horizon2020 European project, the science education approach is through creating learning materials containing an introductory scenario, intended to be perceived by students as interesting and hence motivational (Krapp & Prenzel, 2011). The scenarios are also intended to initiate the promoting of science education competences and an awareness about science-related careers among middle school (grade 7-9) students. Such scenarios are created through stakeholder co-operation between science educators, experts from science fields including industry and also involving civil society organisations, non-formal science educators and possible the students themselves.

In aiding the promotion of student competences seen as valued by society, the scenario forms the first part of a 3-stage model for science teaching, suggested as an effective pedagogical approach (Holbrook & Rannikmäe, 2010). The scenario as the first stage of the model is based on self-determination theory (Ryan & Deci, 2002) and seeks to highlight the importance of intrinsic motivation in driving human behaviour (students' learning). The learning is initiated by a familiar contextual frame of reference, intended to link to a perceived need in the eyes of students and for this initial stage, the aspect of relevance is seen as a major focus. This first stage is seen as an essential component for relevance-anchored, interest-enhanced instruction by guiding students to recognize, within the scenario, a social issue which has a scientific aspect. Within the subsequent learning process, the de-contextualised second stage aids students, with help of the teacher, conceptualise needed science learning from a known to an unknown situation. Hence the second stage provides enhances science conceptual learning, focusing on the interrelated scientific ideas through solving inquiry-based scientific problems. Stage 3 seeks to consolidate of the scientific learning through transference of the conceptual ideas to the earlier contextual frame and promoting socio-scientific decision-making (as a re-contextualisation stage) important for student learning.

Research has shown that the crucial part is stage 1, encompassing the initial scenario in terms of a constructivist part of anchored instruction), the relevance to the learners and introducing the sophisticated multidisciplinary science aspect, hidden within a society-relevant, socio-scientific issue (Kotkas, Holbrook, & Rannikmäe, 2017).

Yet developing motivational scenarios is no easy task and teachers need additional support. The current paper introduces the role of using concept map techniques in helping to make the creation and implementation of career-

related scenarios meaningful for teachers, while also highlighting the benefits for students. To teach effectively using a scenario in a classroom setting, science teachers need to develop an understanding about all learning aspects (content, competences, career motivation). The concept map technique is seen as useful, as it allows teachers to monitor how they can relate different science concepts.

Before teachers attempt to create concept maps, experiences have shown that they need to be introduced to ways such maps can be developed, based on ideas put forward by Cañas, Novak & Reiska (2015). In this, a good concept map is indicated as having a focus question, concept labels and that linking lines should be short word(s). Also concept maps are shown to help teachers by guiding them to form a hierarchical organisation (most general concepts being at the top), with no more than 3-4 sub-concepts linked to any given concept and with cross-links added between significant interrelationships between concepts in different sub-domains of knowledge. Also the concept maps aid the formation of a good structure which can lead to meaningful learning and indicate the coverage of sufficient content (Cañas, Novak & Reiska, 2015).

2 Methodology

2.1 The Scenario Development Process

Within the Multico project, teachers were asked to create four scenarios, each including career parameters relating ‘industry to society’ challenges e.g. energy, water, waste, climate change, food, health, transportation. Teachers were asked to design the scenarios to be motivational and relevant for students (attractive and interesting e.g. covering an unexpected or extraordinary situation). In addition, each scenario was to be related to the development of both subject content knowledge and general (cross-curricular) competences.

In this paper, the teacher created scenario “Should there be sugar tax?” is taken as exemplary scenario. It focuses on taxing of sugar consumption, seen as relevant because the Estonian government is contemplating the introduction of a sugar tax as a way of trying to reduce the intake of sugar. Such a tax makes soft drinks more expensive compared to current prices and hopefully makes them less popular among students. The created scenario includes advantageous and disadvantageous quotes from newspaper articles spoken by politician and representative members of the soft drinks producers’ union. A second part of the scenario, for use after a visit to an industrial company (in this case, a lemonade and beer produced industry), includes in-depth descriptions of two of the industry-related occupations: a food technologist and a biochemist.

All students visited the same type of industrial enterprise – an industry, in which beer and soft drinks were being produced. The visit was guided by an experienced worker from the industry. The students saw the stages of beer production, including the fermenting process and the role of bacteria and fungi. Afterwards, laboratory equipment used for testing the end product was shown to the students. At the end of the visit, the producing and filling of plastic bottles, as well as robots packaging the produce, were shown. In all operations and also in the laboratory, the professional expertise of the employees were introduced, especially the skills needed by a particular job specification.

2.2 The Role of the Concept Map

A teacher developed concept map guided teachers’ activities in the classroom. This was undertaken for all four scenarios. Figure 1 is an example of a concept map developed for guiding meaningful teaching using the scenario “Should there be a sugar tax?”.

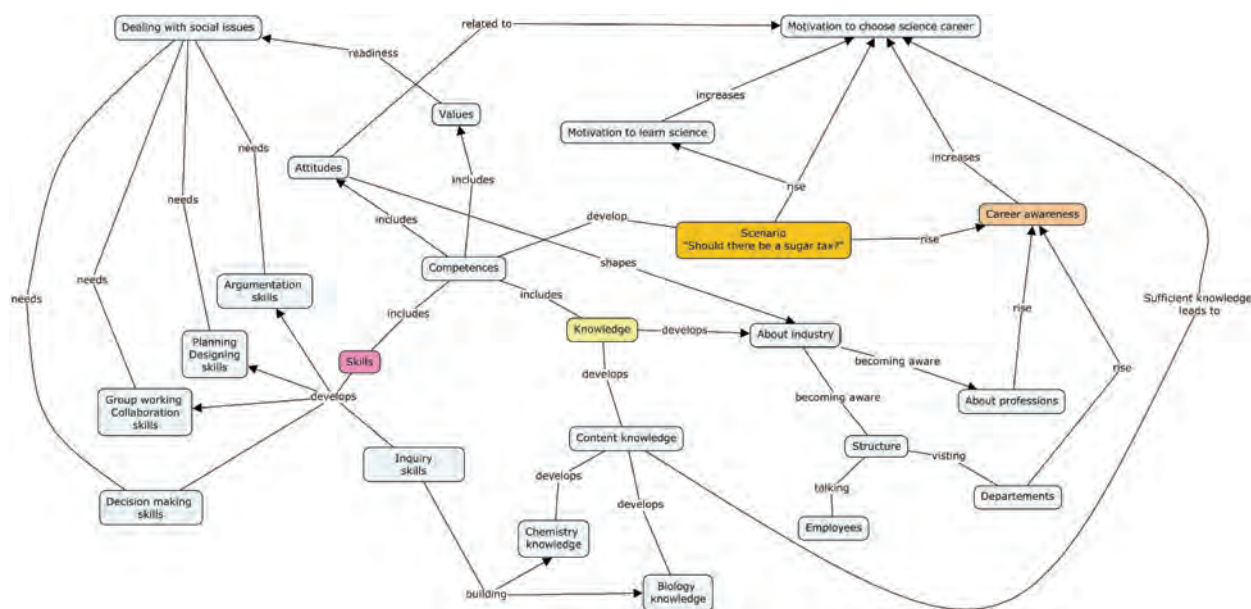


Figure 1. Concept map about developing scenario for meaningful science teaching

This figure shows the centre of teaching for raising students' science-related career awareness and meaningful learning. It illustrates that the scenario is for:

- motivating students to learn science, choose science related career in future and to rise overall career awareness (right top side of the figure);
- developing competences (including values dealing with socially relevant issues in future; attitudes towards choosing science-related career and industries giving work to many employees; skills and knowledge are sub-sets in this approach) (left side of the figure):
- to develop skills needed in dealing with socially relevant issues in future and to construct new knowledge (inquiry skills) based on already existing knowledge about phenomena investigated in this scenario (left side of the figure);
- to develop knowledge at two levels (subject related content knowledge and knowledge about industries, both structure and profession level for rising career awareness) (bottom side of the figure).

2.3 Guiding Teachers to Use the Scenario in Teaching

To guide other teachers to use a given scenario in their teaching and to relate it to the 3 stage model, an additional concept map, developed by the teacher or teachers creating the scenario, was formed. This was made up of 3 parts:

- Part 1 guided the teacher to support student to construct new knowledge, develop attitudes and be able to work within a group.
- Part 2 guided the teacher to establish meaningful teaching promoting student acquisition of competences.
- Part 3 guided the teacher to involved students as a community group so as to be able to make informed decisions in response to the socio-scientific issue raised in the scenario.

The overall map guided teachers to create a meaningful learning situation (Figure 1 inclusion of industry and science related careers) and promote educational competences, such as skills needed for dealing with social issues). The map also guided teachers in ways to stimulate communication between teachers and students (through discussions in the classrooms).

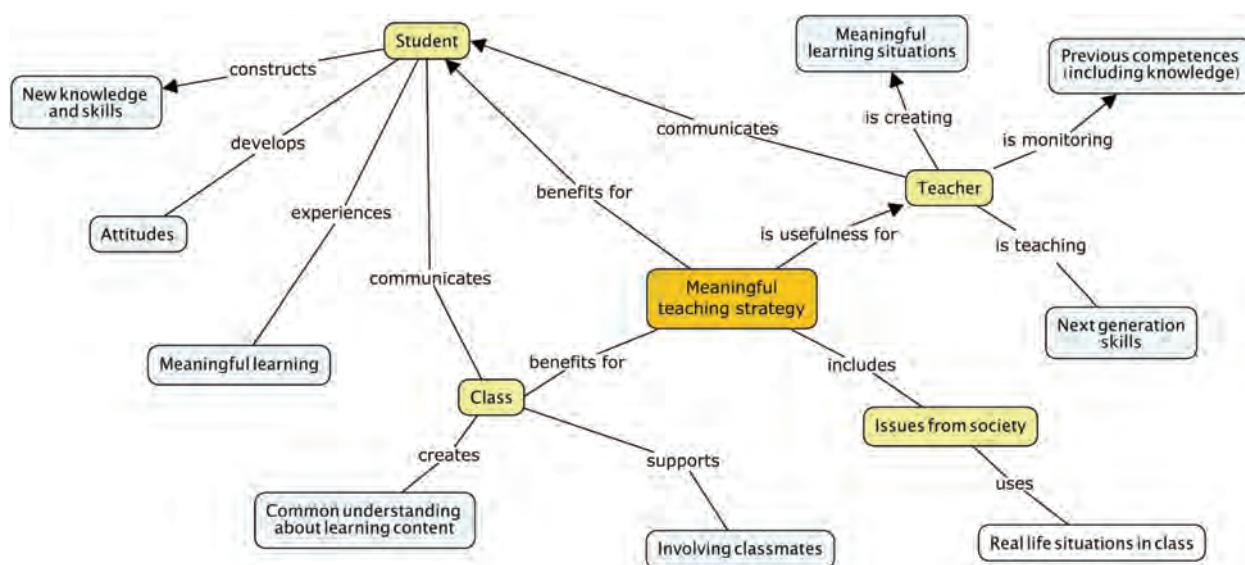


Figure 2. Concept map about meaningful teaching strategy

2.4 Data Collection and Analysis

After implementing such scenarios in the classroom, teachers were interviewed (N=10) and their responses were analyzed using qualitative content analysis. All responses were coded individually by two coders.

Students (N=120) opinions were also asked after being involved in scenarios using the questions: *How do you evaluate the module in terms of enjoyment and interest? What aspects made the module enjoyable and interesting for you? How do you evaluate the intended learning outcomes?*

3 Results

3.1 General Outcomes from the Interviews with Teachers

Outcomes from interviews with teachers, after implementing the scenarios, indicate that teachers were satisfied with their developed scenarios, but they found it difficult to create a meaningful concept map related to all knowledge domains (content, competences, career).

For example, one teacher pointed out that “Becoming more aware about which skills are essential for science careers; so far thinking is around science knowledge and skills - indeed this is what chemistry textbooks show”. Another added that “Mapping competences for science-related careers put forward is a good idea; this directs thinking towards crossing the borderline between school chemistry, biology and physics”. These results showed that teachers need more knowledge and guidance about science careers and how to link together all three important components in a meaningful way for students learning. This was confirmed by the findings from concept maps and interviews.

3.2 Students Opinions in General

This module was interesting and enjoyable for students. Students pointed out that the module was interesting, because it included the visit to a real industrial company and students were able to undertake inquiry work. By studying using the module, students indicated they acquired new knowledge and skills, which was also the initial purpose.

Starting from on the main points in scenario, one intended outcome was career awareness. Results showed that students in general agreed that this scenario was good for this and they named after this intervention more than 35

science related career possibilities (e.g. statistician, an architect, a biochemist, author of books, builder, lawyer, researcher, cosmetics industry worker).

Students also said that they got new knowledge and skills from this intervention and this leads to another main area that were intended to receive by using this module in classrooms (initially planned as re- and de-contextualization of the context).

4 Conclusions

This study showed that it is possible and helpful to develop concept maps for stimulating student motivational scenarios (in the current study career relatedness gives extra elements to the scenarios aiding meaningful learning. While teachers in general are familiar with creating science-related concept maps, the study shows that it is possible to guide teachers to move towards more sophisticated real-life related concept maps.

For more meaningful teacher, the study shows that teaching strategy concept maps are a helpful extra guidance for teachers, facilitating and justifying the 3-stage approach.

References

- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How Good is My Concept Map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 6–19.
- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2010). Contextualisation, de-contextualisation, re-contextualisation - A Science Teaching Approach to Enhance Meaningful Learning for Scientific Literacy. In: I. Eilks, & B. Ralle (Ed.). *Contemporary Science Education* (pp 69–82). Shaker Verlag.
- Hulleman, C. H., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting Interest and Performance in High School Science Classes. *Science*, 326, 1410-1412.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). An Overview of Self-Determination Theory. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of Self-Determination Research* (pp. 3-33). Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Kotkas, Tormi, Holbrook, Jack, & Rannikmäe, Miia (2017). A Theory-based Instrument to Evaluate Motivational Triggers Perceived by Students in STEM Career-Related Scenarios. *Journal of Baltic Science Education*, 16(6), 836–854.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods, and Findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.

USING TWO CONCEPT MAPPING TOOLS IN COMBINATION TO ANALYZE AND ORGANIZE DATA IN LARGE PUBLICATIONS

Anita Samuel PhD¹, Simone Conceição PhD², & Larry Martin PhD²

¹Uniformed Services University of Health Sciences, USA

²University of Wisconsin-Milwaukee, USA

Email: anita.samuel.ctr@usuhs.edu, {simonec, lmartin}@uwm.edu

Abstract. Analyzing and organizing large digital data sets can be overwhelming and time consuming. Concept mapping tools such as CmapTools and Leximancer allow for making meaning and connections, and synthesizing information and research data in a unique way. This paper presents an exploratory comparative analysis case study that implemented two approaches using these two concept mapping tools in combination, with the purpose of analyzing and organizing a large publication. The strengths and limitations of each approach are explored; and, suggestions for replicating the use of the two concept mapping tools in combination in other contexts are presented.

Keywords: CmapTools, Leximancer, big data, data analysis, large publications, concept mapping

1 Introduction

In a digital age, organizing and mining text can be an overwhelming task, especially when the amount of data is extensive. For example, comprehensive literature reviews of articles from 1970-2008 could easily include more than 1,000 articles exceeding 3,000,000 words for analysis. Data analysis of such “big literature” (Nunez-Mir, Iannone, Pijanowski, Kong, & Fei, 2016) can be resource intensive of time and people. Using effective and appropriate approaches for data organization and analysis is essential.

A number of software tools are available to analyze and organize qualitative data such as NVivo (<http://www.qsrinternational.com/nvivo/what-is-nvivo/>), Atlas.ti (<https://atlasti.com/>), MAXQDA (<https://www.maxqda.com/>), and Dedoose (<https://www.dedoose.com/>). Concept mapping tools such as CmapTools (Cañas *et al.*, 2004) and Leximancer have also been employed in qualitative data analysis. These concept mapping tools allow for making meaning and connections, and synthesizing information and research data in a unique way. Most researchers tend to use a single tool for data analysis and do not consider how these tools can work in complementary ways to maximize data analysis. This paper presents the results of an exploratory comparative analysis case study using two concept mapping tools for textual analysis of large data. The two tools were used in combination but employed two approaches. This paper discusses the approaches implemented for using the two concept mapping tools in combination, the strengths and limitations of each approach, and suggestions for replicating the use of the two concept mapping tools in combination in other contexts.

2 Literature Review

Concept mapping has been recognized as an effective process for identifying concepts and drawing connections between the concepts (Baugh, McNallen, & Frazelle, 2014; Butler-Kisber & Poldoma, 2010). This functionality of concept maps enables users to analyze various forms of textual data and draw out main concepts and connections between them. Therefore, concept maps are often utilized to make meaning of participant interviews or to review bodies of literature. Conceição, Samuel, and Yelich Biniecki (2017) identified CmapTools and Leximancer as two concept mapping tools that were used in analyzing textual data.

2.1 CmapTools

CmapTools is based on Novak and Gowin’s (1984) method of “organizing and representing knowledge” (p. 1). Concepts are represented in boxes and are connected to each other via lines that have linking words on them to show the relationship between the concepts. Concept maps are represented hierarchically with the most general concepts placed at the top of the map and becoming more detailed as the map develops. Conceição, Samuel, and Yelich Biniecki (2017) note that this relational approach to concept mapping has been utilized to conduct textual analysis and present research findings.

Relational approaches for using concept maps for data analysis have been used to identify themes in a literature review, summarize interview transcripts, and identify interconnectedness among concepts (Conceição, Samuel, & Yelich Biniecki, 2017). Vanderheide, Moss, and Lee (2013) used relational concept maps in the first phase of their literature review study. They created a concept map to identify the main concepts in “moral habitability,” and they then used these concepts to guide their literature review. Kinchin, Streatfield, and Hay (2010) used concept maps “as a way of representing information gathered during research interviews” (p. 64). Baugh, McNallen, and Frazelle (2014) used relational concept maps to identify interconnectedness of data in historical research. While research studies have used CmapTools for organizing data, CmapTools is more often employed for presenting rather than analyzing data. Leximancer, on the other hand, has been primarily developed for the purpose of analyzing large data sets.

2.2 *Leximancer*

The Leximancer software uses an automated process where an algorithm mines the textual data and extracts concepts based on the frequency of word usage within the text and concepts are clustered based on their co-occurrence. Leximancer technology was created by Dr. Andrew E. Smith at The University of Queensland, Australia after seven years of research and development (Leximancer, n.d.). Smith and Humphreys (2006) explain that Leximancer,

goes beyond keyword searching by discovering and extracting thesaurus-based concepts from the text data, with no requirement for a prior dictionary, although one can be used if desired. These concepts are then coded into the text, using the thesaurus as a classifier. The resulting asymmetric concept co-occurrence information is then used to generate a concept map. (p. 262)

Leximancer shows the results in the form of a concept map where each concept in the map is represented as a dot. The greater the frequency of the concept, the larger the dot. Concepts that co-occur are placed near each other; the distance between them indicating their frequency of co-occurrence. Martin and Rice (2007) and Pendergast, Garvis, and Kanasa (2011) discovered “congruence” in the themes identified by Leximancer and the researchers.

Smith and Humphreys (2006) define the map created by Leximancer as a concept map. Leximancer has been used extensively in research as a concept mapping tool (Liesch, Håkanson, McGaughey, Middleton, & Cretchley, 2011; Noble, O'Brien, Coombes, Shaw, & Nissen, 2011; Poser, Guenther, & Orlitzky, 2012). However, the map produced by Leximancer is vastly different from the Novakian model. Leximancer concept maps lack hierarchy and relationships between concepts. It is important to note that the term “concept map” is loosely used in the context of Leximancer.

Since Leximancer is a software tool, it can conduct content analysis on large data sets and generate concept maps much faster than is possible by humans. Researchers have, therefore, used Leximancer to analyze large data sets of blog posts and posts and comments on community and social media websites. Nunez-Mir et al. (2016) talk of the “big literature” (p. 1262) phenomenon, referring to the large amounts of scientific and academic literature that is being published. They contend that only automated content analysis through software like Leximancer can help “quantify and describe the existing literature on a topic in its entirety” (p. 1266). The speed of Leximancer enabled Liesch et al. (2011) to conduct a literature review of 1,249 articles spanning the years of 1970-2008 while Poser et al. (2012) reviewed 165 journal articles. Leximancer allows for a more rapid analysis of data and changes to the analysis can be repeated more efficiently; however, it does not mean that the overall process is faster as there is a need to clean and prepare the data for analysis.

While the rapid data analysis using Leximancer was an advantage, Cretchley et al. (2010) acknowledge that it lacks a nuanced understanding of themes and their relationships that researchers’ repeated reading of texts provides. Noble et al. (2011) study highlights that a textual analysis can overlook key concepts, which then must be introduced manually. Kyle, Nissen, and Tett (2008) caution that Leximancer’s reliability is higher with single-word concepts and reliability drops when multi-word concepts are included.

An analysis of the literature reveals that both tools, CmapTools and Leximancer, have strengths and limitations. While Leximancer provides speed of analysis, it overlooks relationships between key concepts and the nuances of

concepts. In addition, reliability is dependent on the words that compose each concept. While the creation of concept maps using CmapTools may be time consuming and require specialized training, the resulting analyses produce relationships that are more meaningful and relevant.

Text analysis studies, which incorporate concept maps, tend to utilize one or the other concept mapping tool. They do not use both tools within one study. Therefore, the purpose of this exploratory study was to investigate two approaches for data analysis and organization of large textual data that use the two concept mapping tools, CmapTools and Leximancer, in combination.

3 Methodology

Two implementation approaches were employed to compare the strengths and limitations of using CmapTools and Leximancer in combination. The research questions answered by this study are:

How can concept mapping tools be used to effectively and efficiently analyze and organize large textual data?

- What are the strengths of each approach?
- What are the limitations of each approach?
- How do the tools complement each other?

This research was conducted as an exploratory comparative analysis case study since the two concept mapping tools have not been used in combination to analyze data (Conceição, Samuel, & Yelich Biniecki, 2017). The lack of detailed preliminary research in this area inhibits the use of more complex research designs. This methodology allowed for examining two implementation cases to compare the strengths and limitations of the two approaches using concept mapping and to provide information for potential replication (Lewis-Beck, Bryman, & Futin, 2004).

3.1 Context of Study

Two implementation cases were employed in the context of a large publication containing four volumes in the field of adult and continuing education. The four-volume publication aimed at creating a major reference work covering the knowledge base of the field. The editors of the publication recognized that effective and appropriate processes were needed to help organize themes within each volume, identify relationships among themes within a volume, and conceptually link different articles within the overall publication. The intent was to identify concepts in a more global way and ensure consistency of concepts across the different articles within volumes.

Written by practitioners and scholars from different countries and representing diverse parts of the field, the publication contains 80 articles ranging from 200 to 3,000 words each spread over the four volumes. The study focused on the approaches employed by two volumes within the publication. The two concept mapping tools were initially implemented within Volume 2 of the publication. To explore the effectiveness and appropriateness of the two tools, the implementation order was then inverted and applied within Volume 3 of the publication.

The “approach” is the order of implementation of tools while the “case” refers to the operationalization of the approaches. In the implementation of Case 1, Leximancer was used first to conduct a broad analysis of the large textual data and draw out the main concepts. Then CmapTools was employed to identify themes and relationships among articles in Volume 2. The process was inverted in the implementation of Case 2 where CmapTools was employed first followed by Leximancer. These implementation cases allowed for the exploration of the strengths and limitations of the two tools and how they worked best in combination with each other.

3.2 Implementation of Case 1 (Approach 1)

Volume 2 of the publication used the concept mapping approaches in the following order:

1. Leximancer was used to identify the frequency of words and visually present the co-occurrence of concepts and the distance between the concepts. To do this, reference lists, author names, keywords, and abstracts were removed from all articles in Volume 2.
2. The cleaned data were uploaded into Leximancer and the analysis was run. Leximancer generated a list of themes and the number of hits based on co-occurrence. These themes are shown from most relevant to least

relevant in Table 1, along with concepts close to these themes and the number of hits. The file generated by Leximancer also provided the sentences where these themes were located, which are not included in this paper. In Leximancer, a concept is a group of related words or terms that are located within proximity in the text.

- Then, the concepts were viewed through a concept map generated by Leximancer. Figure 1 shows two formats for presenting the major themes that had the most hits and the location of concepts near them. The dots and lines connecting the dots show connections among the themes and concepts. For example, “learning” re-occurred the most; it appears in red and is connected to other concepts of “experience,” “social,” “development,” “professional,” “experiences,” “practice,” “knowledge,” and “personal.” Colored-themes on a Leximancer concept map have a specific meaning. For instance, hot colors (such as red and orange) indicate the most important themes while cool colors (such as blue and green) imply less relevance.

Theme	Concepts	Hits
Learning	learning, social, development, professional, experiences, practice, knowledge, personal	308
Adult	adult, education, educators, cultural	205
Learners	learners, programs, critical	143
Relationships	relationships, mentoring, protégés, mentors, experience, theory	106
Provide	provide, educational	65
Community	Community	43
Culture	culture, popular	40
Program	Program	38
Power	Power	29
Need	Need	28
Skills	skills	21
Example	example	20
model	model	20

Table 1: Leximancer List of Major Themes, Concepts, and Hits

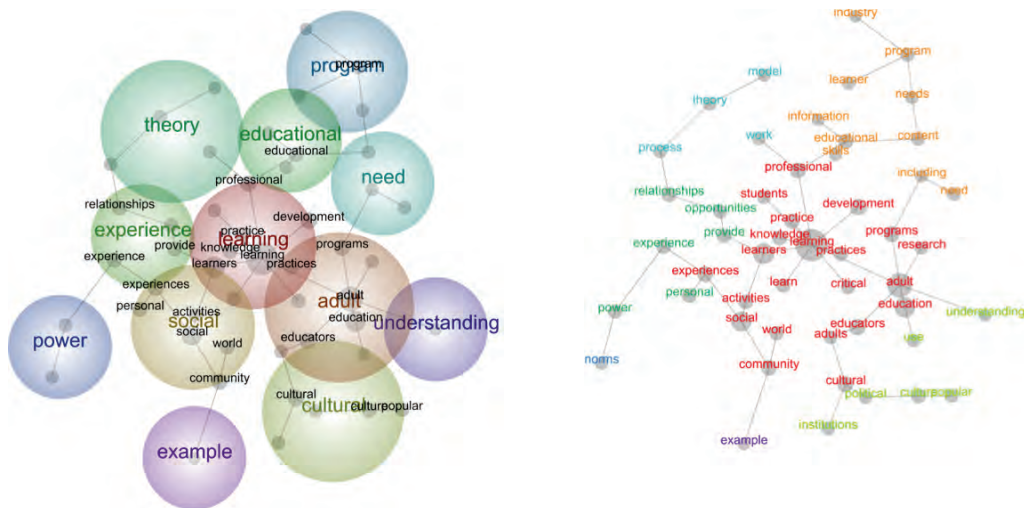


Figure 1. Leximancer generated concept maps in Case 1.

- Since the concepts with lower relevance were too broad in the context of the articles, the specific articles where these terms occurred were extracted and analyzed separately. For example, the themes of “community,” “culture,” “program,” “power,” “need,” and “skills” had 20 to 40 hits but did not have other concepts near them; however, they were of great relevance in the context of the publication as seen by the interconnections shown in Figure 1 through dots and lines. The theme of “example” was a common word used by article authors based on the publication guidelines. Articles should provide practical examples of

adult education; thus, the word “example” was often included in the articles. The word “example” was not considered relevant. In this case, Leximancer generated concepts allowed to narrow their scope.

5. The volume editors, who had read all the articles for Volume 2, reviewed the concept ranking from Leximancer and the key concepts extracted, and developed the table of contents for Volume 2.
6. Based on the table of contents and clues from Leximancer analysis, the introduction for the volume was developed.
7. Using the volume introduction, a concept map employing CmapTools was drawn out to identify relationships between concepts among articles. The key concepts from the table of contents were extracted and identified as the main concepts for Volume 2. Suggestions were made for the inclusion of other concepts. Figure 2 shows the volume concepts and their interrelationships using CmapTools. The CmapTools version of the volume provides a graphical representation of the content in the volume as a way to market the publication and provide a visual summary of the content.

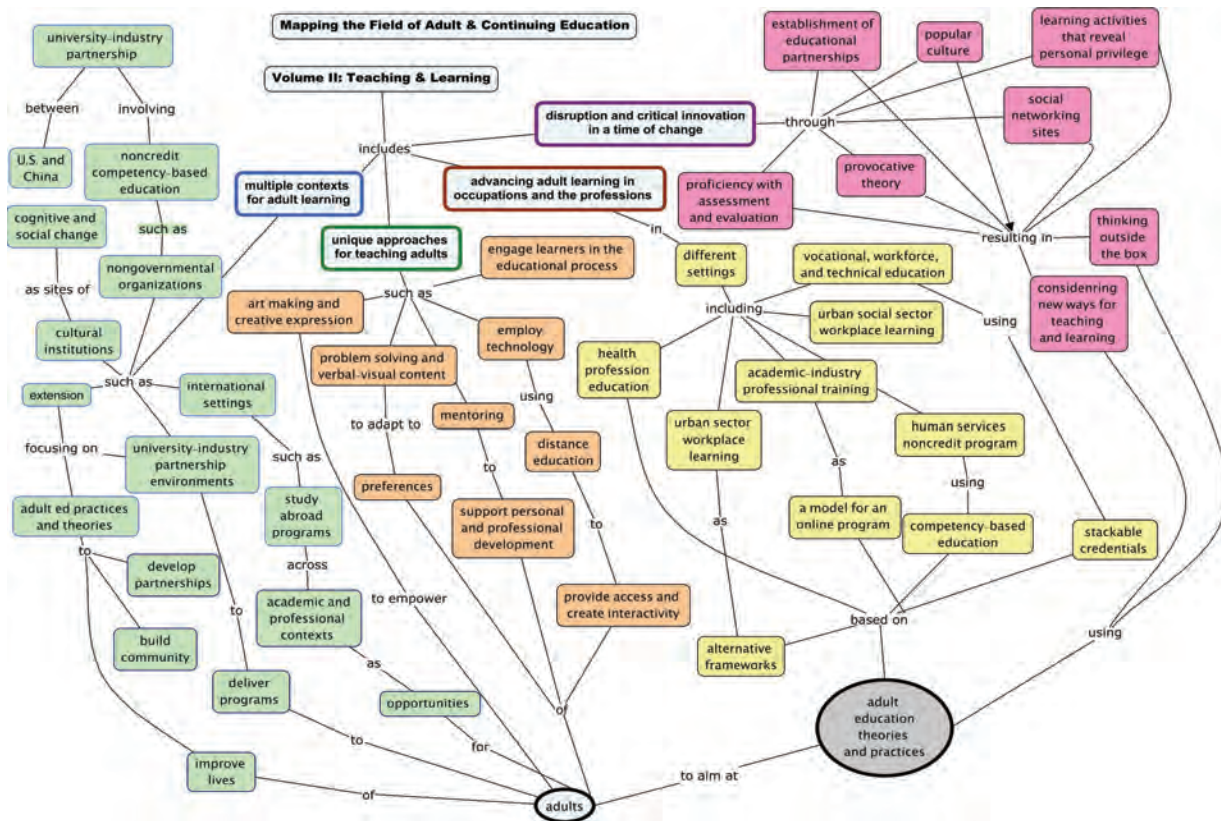


Figure 2. Concept map using CmapTools in Case 1.

3.3 Implementation of Case 2 (Approach 2)

In Volume 3 of the publication, concept mapping approaches were implemented retroactively after the volume had been published. Volume 3 of the publication used the concept mapping approaches in the following order:

1. This approach started with the creation of a relational concept map using CmapTools. The map was developed using the article keywords, table of contents in the volume, the introduction to the volume, and key ideas identified by the consulting editors. (See Figure 3 for the concept map using CmapTools in Case 2)
2. Then, Leximancer content analysis was conducted on all the articles in Volume 3. To enable this, references, abstracts, keywords, and author names were removed from the articles. These clean data were

then run through Leximancer and a concept map was generated. (See Figure 4 for the Leximancer generated concept map in Case 2)

3. The concept map and concept ranking developed by Leximancer were reviewed against the concept map created with CmapTools to provide triangulation of data. At this point, it was observed that the concepts of “time,” “needs,” “organization,” and “social,” that were ranked highly by Leximancer, were not represented in the concept map created using CmapTools.
4. The editors drilled down into the occurrences of these concepts, as identified by Leximancer, and discovered that concepts of “time” and “needs” lacked nuanced analysis. Hence, though ranked highly in frequency, they were not meaningful in the overall scope of all the articles. The concept of “social” was repeated often in just two articles but it did not capture the overall essence of the volume. However, re-examining the concept map created with CmapTools led to the addition of “collective advocacy” as a better representation of the concept of “social.” Re-examination of this concept map also revealed that the theme of “organization” was embedded in the meaning structure of the map and appeared under different nomenclature such as “organizational culture.” At the same time, it was noted that the addition of the concepts of “adult administrative leaders” and “social leaders” needed to be included.

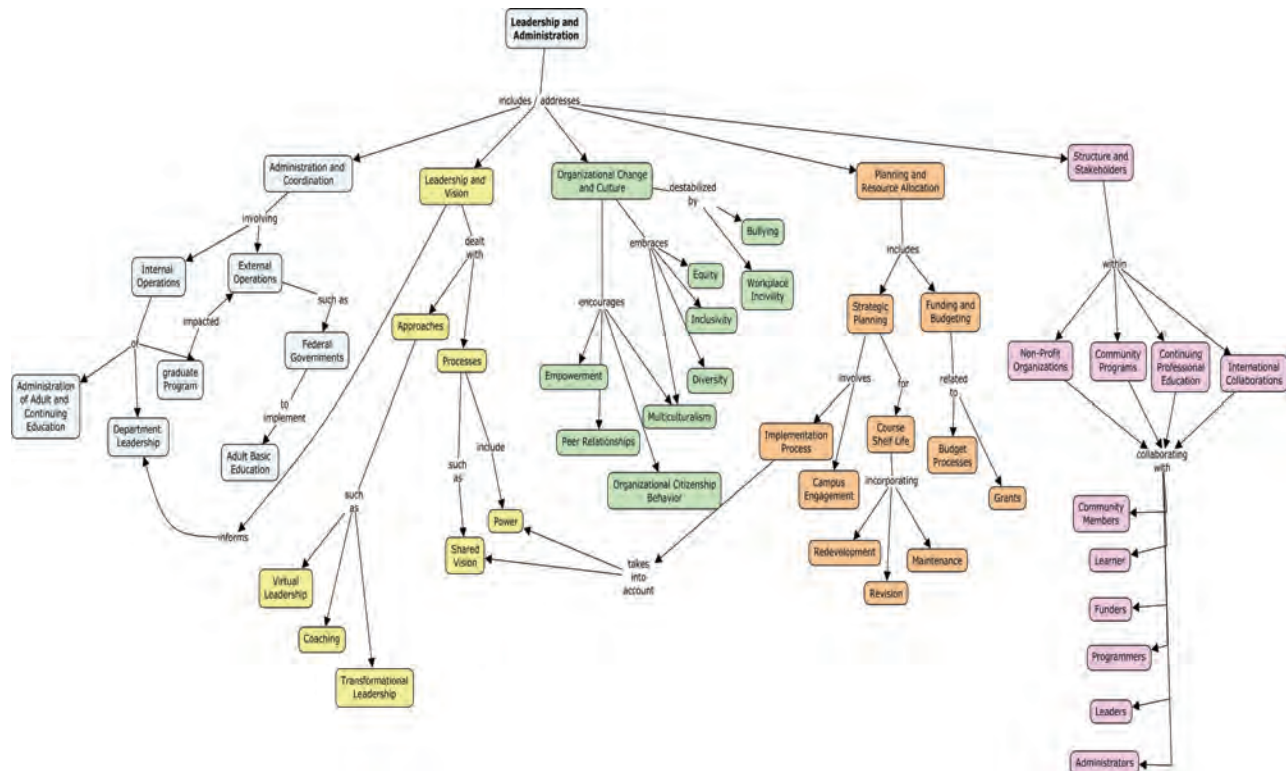


Figure 3. Concept map using CmapTools in Case 2.

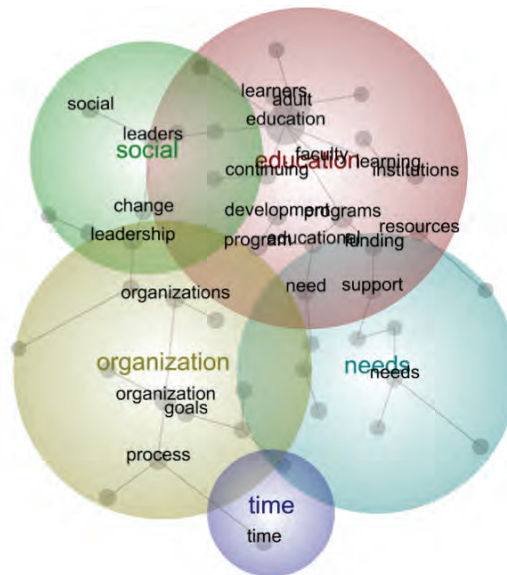


Figure 4. Leximancer developed concept map in Case 2.

5. In addition to concepts, the distances between concepts identified by Leximancer led to the development of additional cross-links in the concept map created with CmapTools. This concept map was refined and appropriate and meaningful changes were made. (See Figure 5 for the revised concept map using CmapTools for Case 2)

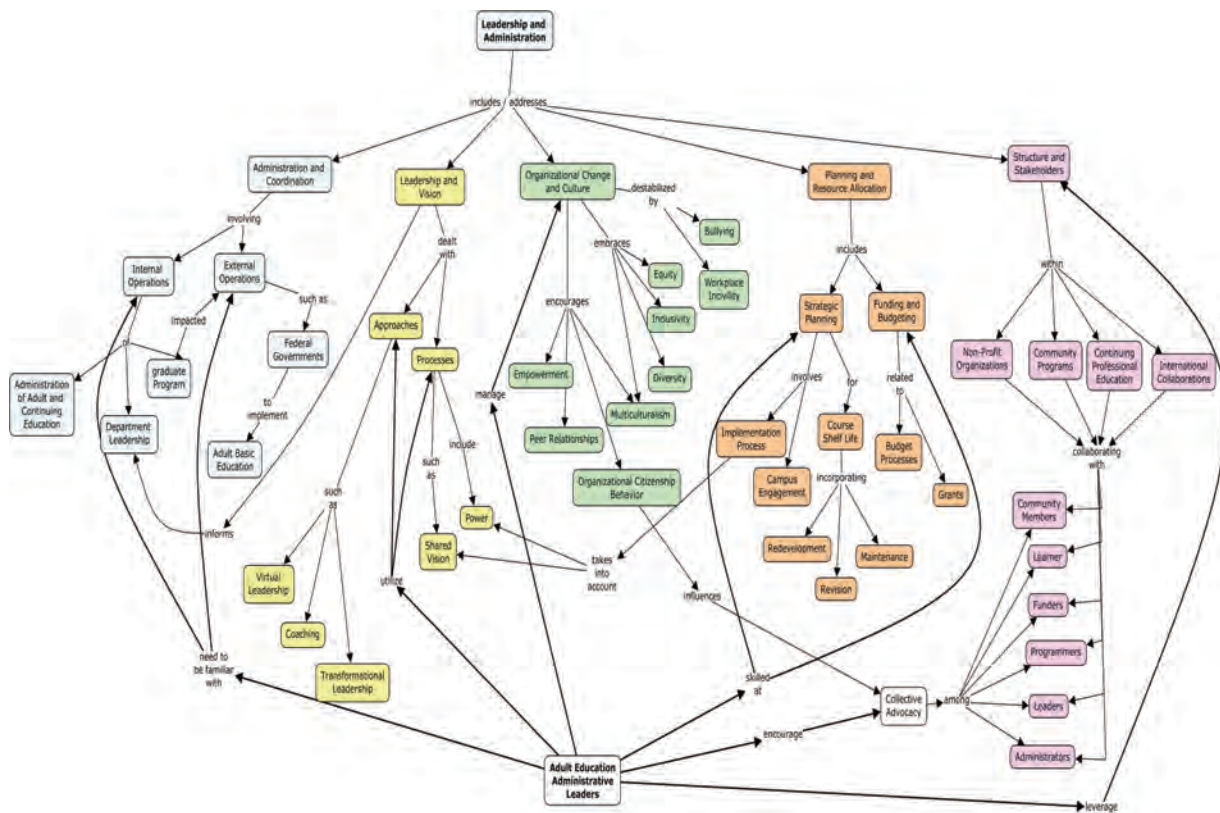


Figure 5. Revised concept map using CmapTools in Case 2.

4 Results

This exploratory study compared two approaches to data analysis and organization using CmapTools and Leximancer in combination. Both approaches revealed that CmapTools and Leximancer, used individually, left gaps in the data analysis. While Leximancer could draw out themes and relationships quickly, the textual data needed to be scrubbed carefully to avoid inaccuracies. For example, including references in the data set led to the identification of a repeated concept that was irrelevant such as the name of a city in a reference list. In order for words to be contextualized, terms needed to be defined accurately for the Leximancer library. This is a time-consuming process especially for beginners. It takes several iterations to refine the concepts until the researcher is proficient with Leximancer.

Meagher-Stewart et al. (2012) note that the relational approach to concept mapping is limited in the amount of time involved to conduct analysis since the researcher is often the tool of analysis. The researcher is solely responsible for creating the concept map including identifying the concepts and structuring a hierarchy, defining propositions, and relating concepts through cross-links. Familiarity with the software is required in order to use them effectively and appropriately. As a software program, CmapTools also involves a learning curve. It requires some form of training in order to create maps with hierarchical and propositional relationships.

Both tools were time consuming in different ways. Although using the concept mapping tools individually highlighted limitations, using CmapTools and Leximancer in combination reduced the limitations of each tool making both approaches effective. Both approaches provided ways to analyze and organize large textual data in their own ways. When using both concept mapping tools together, they complemented each other and provided distinctive outcomes.

In approach 1, using Leximancer first allowed for about 25,000 words from one volume to be input into the software program to draw out and identify relevance of the concepts within a few minutes. The use of the software program enabled effective identification of broad themes facilitating subsequent collaborative brainstorming and the creation of the table of contents for the publication. The deep dive into the text using the CmapTools second enabled the meaningful connection of appropriate concepts across articles in Volume 2. The relational concept map can give intended readers a graphical summary of the content in the large publication as a way to select the more relevant articles to them by viewing the interrelationships among concepts before delving into the article.

In approach 2, using CmapTools first followed by Leximancer allowed for triangulation of data and helped identify missing themes and insightful relationships more effectively and efficiently. The process gave a global view of Volume 3 with a more insightful perspective.

5 Conclusion

The availability of concept mapping tools such as CmapTools and Leximancer make concept mapping more accessible to researchers. The use of the two concept mapping tools in combination affords a unique opportunity to enrich the process of data analysis. The effectiveness of the approaches is in balancing the strengths and limitations of each concept mapping tool and leveraging their functionality based on the purpose of their use.

Replication of the two approaches is best dictated by the data and research teams. For example, when working with big literature, such as a literature review of journal articles published on a topic over the past 20 years, it is more effective to use approach 1 and begin analysis using Leximancer. Broad themes and connections can be identified, and researchers can then delve into relevant sections to clarify the relationships between the concepts. When analyzing data in research teams, using Leximancer first ensures a consistency in the main concepts identified. Smaller data sets, like interviews with a few participants conducted by one researcher, might benefit from approach 2. Researchers can analyze the data using CmapTools and use Leximancer for triangulation of data in order to confirm, expand, or broaden data analysis, interpretation, and presentation.

One serious consideration with the use of Leximancer is the cost of the software tool itself. While CmapTools is open-access, Leximancer does have licensing costs associated with the software. Researchers should consider their

return on investment. If Leximancer is to be used on an ongoing basis, the cost might be justified. However, for a stand-alone project, Leximancer might prove to be too expensive.

This paper is not an attempt to prove that one tool is better than the other. Rather, the aim of this study was to explore how research can be strengthened when multiple tools are used in combination. This study assessed two ways of combining two concept mapping tools, CmapTools and Leximancer, to see if they would benefit research and data analysis. The findings of this study show that while each tool can be used individually, they are more powerful when used in combination.

References

- Baugh, N., McNallen, A., & Frazelle, M. (2014). Concept Mapping as a Data Collection and Analysis Tool in Historical Research. *Qualitative Report*, 19(13), 1-10.
- Butler-Kisber, L., & Poldma, T. (2010). The Power of Visual Approaches in Qualitative Inquiry: The Use of Collage Making and Concept mapping in Experiential Research. *Journal of Research Practice*, 6(2), 1-17.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Conceição, S. C., Samuel, A., & Yelich Biniecki, S. M. (2017). Using Concept Mapping as a Tool for Conducting Research: An Analysis of Three Approaches. *Cogent Social Sciences*, 3(1), 1404753.
- Cretchley, J., Gallois, C., Chenery, H., & Smith, A. (2010). Conversations Between Carers and People with Schizophrenia: a Qualitative Analysis using Leximancer. *Qualitative Health Research*, 20(12), 1611-1628.
- Kinchin, I. M., Streatfield, D., & Hay, D. B. (2010). Using Concept Mapping to Enhance the Research Interview. *International Journal of Qualitative Methods*, 9(1), 52-68.
- Kyle, G. J., Nissen, L., & Tett, S. (2008). Perception of Prescription Medicine Sample Packs among Australian Professional, Government, Industry, and Consumer Organisations, based on Automated Textual Analysis of One-on-One Interviews. *Clinical Therapeutics*, 30(12), 2461-2473.
- Lewis-Beck, M. S., Bryman, A. & Futing Liao, T. (2004). *The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Ltd. doi: 10.4135/9781412950589
- Leximancer. (n.d.). About Leximancer. Retrieved from: <https://info.leximancer.com/company/>
- Liesch, P. W., Håkanson, L., McGaughey, S. L., Middleton, S., & Cretchley, J. (2011). The Evolution of the International Business Field: A Scientometric Investigation of Articles Published in its Premier Journal. *Scientometrics*, 88(1), 17-42.
- Martin, N. J., & Rice, J. L. (2007). Profiling Enterprise Risks in Large Computer Companies using the Leximancer Software Tool. *Risk Management*, 9(3), 188-206.
- Meagher-Stewart, D., Solberg, S. M., Warner, G., MacDonald, J., McPherson, C., & Seaman, P. (2012). Understanding the Role of Communities of Practice in Evidence-Informed Decision Making in Public Health. *Qualitative Health Research*, 20(10), 1-17.
- Noble, C., O'Brien, M., Coombes, I., Shaw, P. N., & Nissen, L. (2011). Concept Mapping to Evaluate an Undergraduate Pharmacy Curriculum. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 75(3), 55: 1-11.
- Novak, J.D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008, available at: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Nunez-Mir, G., Iannone, B., Pijanowski, B., Kong, N., & Fei, S. (2016). Automated Content Analysis: Addressing the Big Literature Challenge in Ecology and Evolution. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(11), 1262-1272.
- Pendergast, D., Garvis, S., & Kanasa, H. (2011). Insight from the Public on Home Economics and Formal Food Literacy. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 39(4), 415-430.

- Poser, C., Guenther, E., & Orlitzky, M. (2012). Shades of Green: Using Computer-Aided Qualitative Data Analysis to Explore Different Aspects of Corporate Environmental Performance. *Journal of Management Control*, 22(4), 413- 450.
- Smith, A. E., & Humphreys, M. S. (2006). Evaluation of Unsupervised Semantic Mapping of Natural Language with Leximancer Concept Mapping. *Behavior research methods*, 38(2), 262-279.
- Vanderheide, R., Moss, C., & Lee, S. (2013). Understanding Moral Habitability: A Framework to Enhance the Quality of the Clinical Environment as a workplace. *Contemporary Nurse*, 45(1), 101-113.

DISCLAIMER: The opinions and assertions expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the official policy or position of the Uniformed Services University or the Department of Defense.

USO DE MAPAS CONCEPTUALES PARA DESCUBRIR IDEAS PODEROSAS Y GUIAR EL DISEÑO DE UN CURRÍCULO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

(USE OF CONCEPT MAPPING TO DISCOVER BIG IDEAS AND GUIDE THE DESIGN OF A COMPUTATIONAL THINKING CURRICULUM)

Andrés Rodríguez¹, Natalia Zamora¹, Carol Angulo¹ & Alberto J. Cañas²

¹Fundación Omar Dengo, Costa Rica

²Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA

Email: {Andres.Rodriguez, Natalia.Zamora, Carol.Angulo}@fod.ac.cr, acanas@ihmc.us

Abstract. The “Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP-FOD)” is the national computers-in-education program for the public-school system of Costa Rica, and is carried out since 1988 through an alliance between the Ministry of Education and the Omar Dengo Foundation. Students throughout K-9 are involved in computer programming with the purpose of developing students’ problem solving and thinking skills, based on a constructionist approach to learning. A redesign of the curriculum was initiated several years ago with the intention of going more in-depth into programming skills and problem solving. Additionally, we intended to introduce into the curriculum the more fundamental concepts of computing and have instructors make them evident throughout the programming projects, providing students a better understanding of current and future technologies. To determine what those fundamental concepts of computing were, and the big ideas that unify them, we used concept mapping, where a large team collaborative constructed a large concept map that helped discover the big ideas and guide the curriculum design.

Keywords: concept mapping, curriculum design, powerful ideas, computational thinking

1 Introducción

Durante el rediseño del currículo de K-9 en informática educativa del Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP-FOD) (Fundación Omar Dengo, 2006; Zamora, 2012) que se lleva a cabo en alianza desde 1988 el Ministerio de Educación Pública y la Fundación Omar Dengo en Costa Rica, se busca preparar a los estudiantes para los retos que enfrentarán en las próximas décadas, tanto por confrontar nuevas tecnologías como por resolver problemas nuevos y complejos. El rediseño contempla una mayor profundización en temas que forman parte del pensamiento computacional ‘tradicional’, como la programación, así como introducir la computación física (e.g. robótica, sensores) en todas las escuelas y colegios del programa, y fortalecer la capacidad de resolución de problemas. Al mismo tiempo, inspirados por Wing (2006) se busca darle a docentes y estudiantes una mejor comprensión de los conceptos básicos de computación (mejor referenciada por el término en inglés, *computing*) que deben dominar para entender tecnologías que aún no han sido inventadas, y comprender a fondo la habilidad principal que desarrollan: la programación.

El análisis de experiencias y proyectos desarrollados en otros países que pudieran servir como referencia al rediseño permite identificar que la implementación de la programación y el pensamiento computacional en la mayoría de los países y proyectos está todavía a nivel de proyecto ‘después de clases’, de clubes, de lecciones optativas, o de inmersiones cortas, y frecuentemente están empezando en su implementación; en contraste con treinta años de experiencia del PRONIE MEP – FOD en Costa Rica. Más aún, no se encuentra un estudio que describa los conceptos básicos de computación o las ideas poderosas que deben ser los hilos conductores de los fundamentos de computación que se aprenden a través de los diez años de estudio de la Educación General Básica (K-9). Por ejemplo, las siete ideas poderosas de la computación presentadas por el College Board y la National Science Foundation de Estados Unidos (ver: Grover & Pea, 2013) están orientadas para un curso avanzado en ciencias de la computación a nivel de secundaria (AP Computer Science Principles).

Bajo este panorama, una tarea necesaria, antes de continuar con el diseño fue descubrir cuáles son los conceptos que deben ser comprendidos a través de estos diez años, y las ideas poderosas que sirven de hilos conductores para integrar todos esos conceptos. Durante el proceso de descubrimiento, el grupo a cargo de este rediseño, construye un mapa conceptual ‘gigante’ que incluye todos los conceptos que forman parte del currículum anterior del PRONIE, más los conceptos adicionales que consideran deben o pueden ser incluidos al profundizar en los fundamentos de computación.

En este artículo, se presenta el proceso de construcción de este mapa conceptual, y cómo el mapa permitió identificar cuatro ideas poderosas y los conceptos asociados a estas ideas, sobre las cuales está diseñado el nuevo currículum del PRONIE: LIE++ pensar, crear, programar.

2 Antecedentes

En 1988 la Fundación Omar Dengo (FOD) establece una alianza con el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP), quienes conforman el Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP-FOD), con el objetivo de desarrollar las capacidades de las personas, enfocándose en estudiantes del sistema educativo público, desde preescolar hasta el noveno grado por medio de propuestas educativas innovadoras, apoyadas en el aprovechamiento de nuevas tecnologías (Fundación Omar Dengo, 2013). El Programa implementa un modelo pedagógico centrado en el aprendizaje de y con la programación, orientado a desarrollar capacidades cognitivas y sociales de alto nivel, como el razonamiento lógico-matemático, la creatividad, la resolución de problemas y la colaboración, basándose desde el inicio en el construccionismo propuesto por Papert (Harel & Papert, 1991; Papert, 1993). El PRONIE cubre un 87,9% de los estudiantes K-9 del sistema de educación pública, y de estos 72,6% tienen dos lecciones por semana para trabajar en los proyectos de programación propuestos por el Programa, bajo la guía de un Tutor preparado para esa labor.

A partir del 2014, avances en tecnología unidos al auge en el ámbito internacional de la importancia de enseñar a los estudiantes a programar (*coding*), a las tendencias mundiales de implementación del pensamiento computacional y la cultura Maker (Papavlasopoulou, Giannakos, & Jaccheri, 2017) en las escuelas, y la mayor disponibilidad y menor costo de equipamiento para robótica y computación física, establecen la necesidad de actualizar la propuesta pedagógica del PRONIE. Se plantea desarrollar una propuesta que lleve al estudiante a desarrollar el pensamiento, prácticas y habilidades del pensador computacional, orientado por competencias, que permiten la inclusión de nuevas tecnologías, metodologías, destrezas y habilidades requeridas para resolver situaciones que puede que aún no existan y que emergerán en un futuro muy cercano, por la rápida evolución de las mismas tecnologías y su inclusión en la sociedad. Se propone la importancia de considerar la tecnología más allá del laboratorio de informática educativa, incorporando los teléfonos inteligentes, las redes sociales, los avances en la comunicación, el acceso a la información inmediata y en tiempo real, el control de dispositivos a distancia y programables a través del Internet de las cosas (*Internet of Things -- IoT*) y avances que están por venir.

Se inicia con una construcción curricular y didáctica, orientada hacia el logro de competencias por parte de los estudiantes, a partir de un análisis desde lo procedimental, actitudinal y conceptual del pensamiento computacional. Para el 2015, el equipo diseñador propone un currículo para Informática Educativa (IE) en el que se especifica por nivel educativo una serie de indicadores que describen para cada dimensión de competencia lo que se espera ver hacer al estudiante. En este primer análisis, el equipo diseñador también hace evidente los conceptos del cómputo que consideran se deben abordar. En la Tabla 1 se muestra este currículo para el primer y segundo grado.

Este currículo consiste de una serie de actividades o proyectos de resolución de problemas y diseño que requieren programación a lo largo de los 10 años (K-9), considerando la edad de los estudiantes. Adicionalmente, en diversos grados se hace uso de programación física (e.g., sensores, actuadores, etc.) y robótica. A través de los años el nivel de complejidad de los problemas y la programación requerida aumenta, profundizando en ambos con respecto al currículo anterior. Para cada grado o proyecto se lista los conceptos de programación y computación que deben ser cubiertos.

Sin embargo, pronto se identifica que, a pesar de que había una coherencia a través de los años en cuanto a los niveles de programación, complejidad de la programación esperada, y complejidad de los problemas a resolver, no había una coherencia en el abordaje de los conceptos ni en el tiempo (de un grado a otro) ni dentro de los proyectos en sí. Más aún, los conceptos abordados se derivaban de la tecnología y programación usada en el grado o proyecto particular sin que existiera una idea más amplia de los conceptos e ideas poderosas que se querían abordar a través de los años. Sí se había logrado una uniformidad de terminología con la intención de que los estudiantes empezaran desde pequeños a usar los términos correctos y formales, por ejemplo ‘variable’ en lugar de ‘cajita’, y en los pilotos se evidencia que este objetivo se estaba logrando con los estudiantes.

Al arrancar el PRONIE hace 30 años, la computación como ciencia (Ciencias de la Computación) no había llegado a la madurez en que se encuentra hoy día. Siguiendo la premisa de que en la mayoría de las disciplinas hay un número

pequeño de conceptos e ideas poderosas (*big ideas*) que nos permiten comprender la disciplina (National Research Council, 2012; Hazen & Trefil, 2009), es como se empieza a explorar la posibilidad de que en computación hay un número de ideas poderosas y conceptos que permiten comprender no solo la programación sino también la tecnología de la computación (TI), y que su comprensión nos facilita entender nuevas tecnologías que se van desarrollando. Dado que los conceptos fundamentales de la computación se han mantenido a través de muchos años, no son conceptos que habría que estar actualizando frecuentemente, como sí sucede con conceptos relacionados con la tecnología. Así, además de los conceptos que tradicionalmente se estudian como CPU, memoria, entrada/salida, variable, red, etc., se comienza a trabajar con conceptos más fundamentales, como máquina (i.e., máquina de estado finito, máquina de Turing), estado, procesos, y abstracción computacional. Esto lleva al equipo diseñador a formularse preguntas como: ¿cuáles son esos conceptos fundamentales de la computación (*computing*)? ¿podemos diseñar un currículum de K-9 basado en estos conceptos? ¿Y cuáles son las ideas poderosas que enmarcan esos conceptos? No se encuentra en la literatura ningún ejemplo de un currículo que cubra varios años (en el caso de Costa Rica, 10 años), que empiece desde preescolar, y que cubra los conceptos de la computación al nivel esperado. En la mayoría de los casos estos conceptos se abordan en cursos específicos universitarios o avanzados de secundaria, sin proveer la coherencia o hilo conductor que interesa para este nuevo currículo. Para descubrir cuáles son esos conceptos, sus relaciones, y esas ideas poderosas, y entenderlos, es que se recurre a los mapas conceptuales.

<p>4</p> <p>Selecciona y opera de manera segura una gama de dispositivos de hardware para llevar a cabo tareas específicas y utilizar procedimientos básicos de solución de problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Contexto <p>Conoce de la existencia y uso básico de los principales sistemas operativos y algunos de sus programas asociados.</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistema Operativo Peopleware Aplicación <p>Describe los principales componentes y funciones de los sistemas y redes de computación.</p> <p>Navega por la web y lleva a cabo búsquedas avanzadas para recopilar contenidos digitales. (US)</p> <ul style="list-style-type: none"> Seguridad Metadato <p>Desarrolla criterios para la compra o actualización del hardware y del software de un sistema de computación. (US)</p> <ul style="list-style-type: none"> Eficiencia <p>Explica los múltiples niveles de hardware y software que apoyan la ejecución de un programa (por ejemplo, los compiladores, intérpretes, sistemas operativos, redes).</p> <ul style="list-style-type: none"> Compilador Intérprete <p>Identifica métodos de transmisión de datos e información en redes.</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelo 	<p>Desarrolla experiencias de resolución para la creación de algoritmos en pseudocódigo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descomposición Refinamiento Depurar Diagrama Pseudocódigo Ejecución Flujos Abstracción <p>Construye soluciones demostrativas y documentales, con modelos de representación del entorno natural o social mediante: Simulaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulación Prototipo <p>Explora formas aplicables más estructuradas (7 pasos) de solución a problemas de la vida real.</p> <ul style="list-style-type: none"> Empatía Problema Enunciado Solución Cuestionar <p>Se interesa por aventurarse en la creación de diversas soluciones y el autoaprendizaje. (PC)</p> <p>Participa en redes de colaboración en línea y comparte con otros soluciones implementadas a problemas diversos. (PC)</p> <ul style="list-style-type: none"> Conectar Expresar <p>Usa la computación para hacer preguntas que le den sentido a cosas computacionales en el mundo (PC)</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuestionar 	<p>Elabora en la computadora soluciones planificadas con anticipación a diferentes entornos y lenguajes de programación utilizando de manera correcta conceptos como: Secuencias, ciclos controlados, eventos accionados por diferentes entradas y métodos, condicionales anidadas, operadores y datos (PC).</p> <ul style="list-style-type: none"> Parámetros Alto Nivel Entidad Objeto Herencia Iteración Agrupación Periodo Finitud Precisión <p>Modulariza soluciones empleando métodos, procedimientos y funciones para construir programas completos uniendo colecciones de partes más pequeñas. (PC)</p> <ul style="list-style-type: none"> Reutilizar Objeto Herencia Procedimiento Función <p>Desarrolla soluciones programadas en colaboración con otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> Conectar Expresar <p>Utiliza su capacidad de abstracción para anticipar los resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstracción <p>Explica la programación desarrollada en relación con el problema planteado y otras alternativas de programación posibles. (CO)</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagrama Modelo 	<p>Conoce la relación entre la representación de datos y calidad de los datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelo Información <p>Sabe lo que es una base de datos relacional, y entiende los beneficios del almacenamiento de datos en varias tablas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ámbito Base de Datos Relación <p>Consulta datos de las en una tabla utilizando un lenguaje típico de consultas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿? <p>Realiza búsquedas complejas de información por ejemplo, utilizando operadores booleanos y relacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Lógica <p>Entiende cómo y por qué los valores pueden ser datos escritos en diferentes lenguajes cuando son manipulados dentro de los programas y entre dispositivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Alto Nivel Información <p>Utiliza la programación para gestionar datos masivos y usarlos de manera intencionada dentro de un programa.</p> <ul style="list-style-type: none"> Big Data
---	---	--	--

Tabla 1. Dimensiones de la malla curricular para los laboratorios de Informática Educativa (versión inicial, 4 nivel, no implementada).

3 Diseño Curricular con Mapas Conceptuales

Los mapas conceptuales facilitan expresar de forma gráfica la relación entre conceptos a través de proposiciones (Novak & Cañas, 2008). Más aún, por su naturaleza, los mapas conceptuales obligan a examinar con detenimiento esas relaciones entre conceptos, determinar cuáles son las más relevantes en el contexto del mapa, y escoger las frases de enlace que mejor expresan esas relaciones. Durante la construcción colaborativa de mapas conceptuales, la construcción del mapa, y en especial la construcción de las proposiciones, llevan a una negociación de significado entre los participantes en el proceso. Cuando esta construcción social se da entre un grupo de estudiantes se da un mayor aprendizaje; cuando esta construcción se da en un grupo de trabajo lleva a consenso y comprensión colectiva del tema.

Es por esto que el equipo diseñador considera que los mapas conceptuales pueden ser la herramienta que les permita de manera colectiva, descubrir los conceptos y sus relaciones, por lo que se dan a la tarea de revisar la literatura sobre uso de mapas conceptuales en el diseño de currículo para confirmar que era una decisión correcta.

Poco después de su introducción como una herramienta para aprender, los mapas conceptuales fueron identificados como una herramienta que podría utilizarse en el diseño curricular (Novak & Gowin, 1984; Stewart, 1979). Ya en 1990 Starr & Krajcik (1990) argumentan que los mapas conceptuales pueden ayudar a los docentes de ciencias a desarrollar currículo de ciencias que sea jerárquico, integrado y conceptualmente motivado, y reportan en detalle los mapas construidos por docentes de sexto grado. Edmondson (1995) fue de los primeros en reportar en la literatura el resultado de usar mapas conceptuales para desarrollar un currículo completo, basado en problemas, para veterinaria incluyendo cursos específicos y ejercicios basados en casos. Encontró que utilizar mapas conceptuales en el proceso de planeamiento resultó en cursos más accesibles y fácilmente integrados por parte de los estudiantes, y que los mapas conceptuales fueron particularmente útiles para crear cursos y ejercicios interdisciplinarios. McDaniel (2005) se enfoca en el uso de mapas conceptuales para el diseño y gestión curricular, comunicando claramente los enlaces entre competencias y el contenido curricular, y reporta el uso de la herramienta para diseñar el currículum y mantener programas académicos que satisfacen competencias estipuladas que llevan a certificación y acreditación. Sherborne (2008) nos muestra como los mapas conceptuales pueden ser utilizados en las diferentes etapas del desarrollo curricular: diseño, comunicación e implementación del currículo. En general, al ser concisos y visuales por naturaleza, los mapas conceptuales le ayudan a recordar a los educadores las áreas principales de énfasis (Edmondson, 1995), a ser más motivados conceptualmente (Starr & Krajcik, 1990), a una mayor integración del contenido, y a establecer o recordar relaciones claves entre conceptos que posiblemente se hayan perdido en una malla curricular lineal (Cañas & Badilla, 2005). Los mapas conceptuales también proveen a los docentes un entendimiento más comprensivo de lo que los estudiantes deben aprender y ayudan a eliminar errores de secuencia en el planeamiento para sus lecciones (Martin, 1994).

El uso reportado en la literatura de los mapas conceptuales para diseño curricular no era exactamente el que se tenía pensado. Desde la perspectiva del equipo diseñador, la secuencia de ‘contenidos’ del currículo en cuestión es una serie de proyectos y actividades de programación sugeridas, y no una secuencia de conceptos. Siguiendo un enfoque construccionista, el docente hace evidentes los conceptos en el momento apropiado durante los trabajos de programación del estudiante. Por lo tanto, no hay una secuencia estricta de conceptos, ni momentos previstos en los cuales se deben abordar. De ahí que la intención no es que el mapa conceptual (o los mapas conceptuales, según sea el caso) provea(n) una secuencia de conceptos o temas como es el caso de los esfuerzos reportados en la literatura, sino más bien que guíen en determinar cuáles son los conceptos que deben cubrirse y las ideas poderosas que los integra, como veremos más adelante en este artículo.

La integración de los mapas conceptuales con la tecnología también ha permitido que sean utilizados como organizadores de contenido para cursos (Chang, Sung, & Chiou, 2002; Chiou, Huang, & Hsieh, 2004; Coffey & Cañas, 2003; Ghatasheh, Najdawi, Abu-Faraj, & Faris, 2013; Walsh, 2017). Más recientemente, se ha propuesto el uso de mapas conceptuales como Itinerarios (Cañas & Novak, 2010) que permiten a los estudiantes decidir entre diferentes caminos para abordar los contenidos, ofreciendo un currículo flexible, y estos han sido utilizados con éxito en educación primaria y secundaria (e.g., Agudelo Velásquez, Salinas Ibáñez, & Zea Restrepo, 2012). De nuevo, en un enfoque construccionista donde los estudiantes desarrollan proyectos de programación, y es durante esos proyectos que los conceptos se hacen evidentes por parte de los docentes en el momento oportuno y sin secuencia preestablecida, los itinerarios no se prestan para presentar el contenido del currículo. A pesar de que en la literatura no se encontró un uso de los mapas conceptuales en diseño curricular como el que se pretende realizar, la experiencia del equipo diseñador con mapas conceptuales para descubrir ideas poderosas en otros contextos (Wu, 2017) respalda la intención de usarlos para encontrar los conceptos fundamentales y las ideas poderosas de la computación y el pensamiento computacional.

4 Construcción Colectiva del Mapa Conceptual

4.1 La Lista de Conceptos

Treinta años generan una gran experiencia y conocimiento en cuanto a (1) la posible progresión en los niveles y complejidad de programación y de resolución de problemas para estudiantes de diferentes edades y experiencia, y (2)

los conceptos relacionados con la programación que los estudiantes van comprendiendo a través de los diez años en el programa. La secuencia de proyectos y programas del nuevo currículo se basa en (1). La lista de conceptos resultado de (2) fue insumo para el siguiente paso.

A esta lista de conceptos se le agrega un conjunto nuevo de conceptos que se identifican relacionados con la profundización en programación y la introducción de computación física y robótica. La computación física y la robótica se han trabajado en la Fundación Omar Dengo por muchos años – nunca a nivel de todas las escuelas y colegios del PRONIE – por lo cual había en el equipo de trabajo un dominio de los conceptos involucrados.

La intención de trabajar a un nivel más fundamental los conceptos de computación implicaba crear una tercera lista de conceptos. Sin embargo, este esfuerzo trajo a relucir que la mayoría de los miembros del equipo de trabajo, muchos con títulos universitarios en informática educativa, desconocían esos conceptos. Verdaderamente se evidenció que se estaban introduciendo conceptos que tradicionalmente no se manejan a este nivel preuniversitario, y a nivel universitario solamente en cursos de Ciencias de la Computación. ¿Cómo lograr que los estudiantes comprendieran conceptos que los instructores de sus docentes no conocían? Se comienza por nivelar el conocimiento del grupo mediante talleres en los cuales se introducen estos conceptos. Al mismo tiempo, un grupo pequeño construye en forma conjunta el mapa conceptual sobre Pensamiento Computacional de la Figura 1 como un inicio de comprensión del tema a nivel de grupo.

Con tres listas de conceptos, cada una, de una fuente de diferente, y cada concepto con su ‘historia’ (e.g., “conceptos que se abordaban en quinto grado en el currículo anterior”; “conceptos asociados a los nuevos proyectos de segundo grado”; “concepto que se estudia en robótica”, etc.), y cada lista con su categorización y tablas, lo primero que se hizo fue que cada concepto se ‘olvidara’ de dónde venía. El equipo se imaginó metiendo todos los conceptos en una bolsa, como se muestra en la Figura 2, y batiendo la bolsa para que cada concepto “se olvidara de dónde venía.”

Con una única lista de conceptos, se da inicio a la construcción colectiva del mapa conceptual, se parte del mapa de la Figura 1, y se agregan uno por uno varios cientos de conceptos. Los conceptos incluyen el pensamiento computacional (a como se entiende en la literatura -- definición más restringida que la que presentamos en la Figura 1), computación física, las prácticas y actitudes que se desarrollan a través de la programación, conceptos ‘tradicionales’ relacionados con computadoras, así como conceptos propios de la programación, y conceptos fundamentales de la ‘computación’ (*computing*).

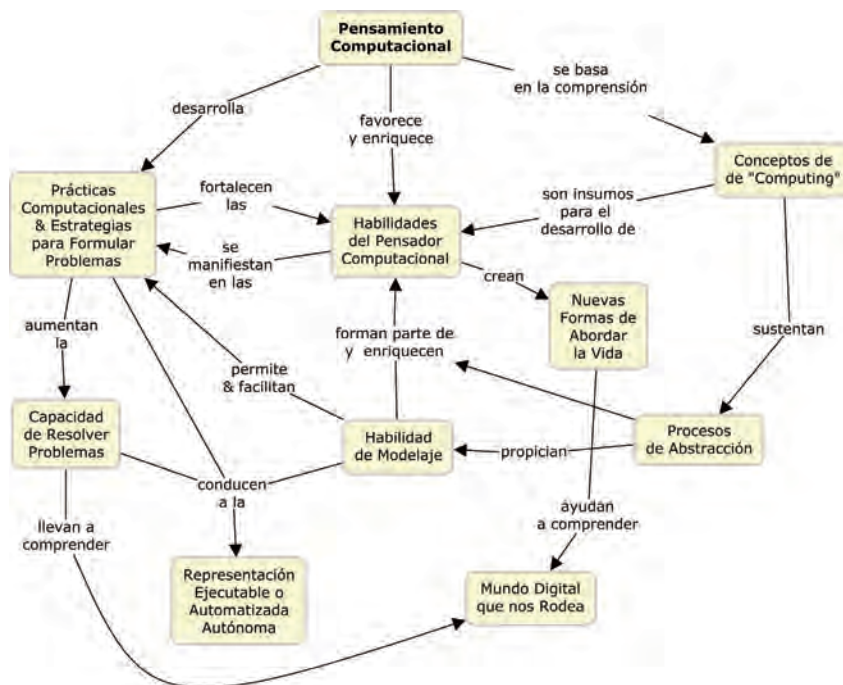


Figura 1. Mapa conceptual sobre Pensamiento Computacional.



Figura 2. Que cada concepto se olvide de dónde viene.

4.2 La Construcción del Mapa Conceptual

La construcción colectiva del mapa tomó 7 sesiones de 8 horas con un equipo que llegó a tener en algunas sesiones más de 20 personas al mismo tiempo (se proyectaba el mapa en una pantalla grande en un auditorio). El estado actual del mapa se muestra en la Figura 3. El trabajo de refinar el mapa ha continuado, con un grupo más pequeño. Los conceptos se iban introduciendo de uno en uno, y cada concepto se analizaba generando un proceso de discusión académico a lo interno del grupo, que permitió a todos los miembros clarificar o comprender el concepto, así como ir identificándolo dentro de la propuesta curricular. El proceso de construcción del mapa sirvió como complemento de los talleres que se habían impartido, permitiendo que los participantes terminaran de apropiarse de conceptos que hasta hace poco eran desconocidos. Como era de esperarse, la introducción de casi todos los conceptos implicaba un reacomodo del mapa. Un resultado de la construcción por parte del grupo, es que al final el mapa es ‘de todos’, y todos los miembros del equipo entienden el mapa, vivieron su construcción, y entienden cada uno de sus conceptos.

La Figura 3 muestra el estado actual del mapa al escribir este artículo. Algunas partes, como las secciones arriba a la izquierda, ya han sido refinadas. El objetivo del mapa no era generar la secuencia de conceptos que se debían cubrir en los 10 años de currículo. Ni siquiera se espera que todos los 300 conceptos en el mapa sean cubiertos en los 10 años.

4.3 El Análisis del Mapa Conceptual

De lo más importante de un mapa conceptual es *lo que nos dice el mapa* (Cañas, Novak, & Reiska, 2015). Durante la construcción del mapa se hace evidente como ciertos nuevos conceptos, o nuevas secciones del mapa, constantemente se enlazaban a algunos pocos conceptos. Uno de estos conceptos, *Datos*, resulta ser el concepto “central” del mapa, en el sentido de que es el concepto con más enlaces de entrada y salida. Esto permite a través del mapa recordar y reforzar al equipo la idea de que las computadoras no son más que máquinas que procesan datos. El término que hace unas décadas era de uso común, *procesamiento de datos*, es en realidad una forma acertada de describir el trabajo que realizan las computadoras. Si se ve el mapa como un conjunto de grupos de conceptos (“clusters”, en inglés), el concepto Datos tiene una gran cantidad de enlaces a otros grupos, cualquiera que sea. Esto hace evidente que los Datos tienen relevancia al abordarse casi todos los otros conceptos. Los Datos, y las Operaciones sobre Datos, son una *Idea Poderosa (Big Idea)* dentro de este nuevo currículo de Pensamiento Computacional. Era importante tomar esta Idea Poderosa y seguirla a través de los proyectos y programas que los estudiantes elaboran durante los 10 años, de manera que puedan tener una comprensión global del concepto Datos. Por ejemplo, en preescolar se puede empezar a conversar sobre meta-datos (sin usar el término, por supuesto) al describir los colores o las imágenes que aparecen en una foto, o de qué se trata un video. Al empezar la programación en los primeros grados, las constantes son datos, y luego las variables representan valores (datos), y las entradas y salidas son datos. Al avanzar en la programación se empieza a trabajar con estructura de datos, matrices, y el trabajo con sensores implica entrada y salida de datos físicos. Al manejar archivos se le está dando persistencia a los datos. Y ya en secundaria se empieza a manipular cantidades mayores de datos en Bases de Datos. El Internet de las Cosas se basa en la comunicación de datos por parte de computadoras que se encierran en todo lado, lo que lleva a entender Big Data. Todos estos conceptos se van haciendo evidentes y se discuten según vayan siendo necesitados en el desarrollo de los proyectos y programas, según la necesidad y el criterio del docente. Igual sucede con las operaciones sobre Datos y la representación de Datos. En vez de

especificar, por ejemplo, que trabajar con operaciones sobre hileras de caracteres (*strings*) se lleve a cabo en 5 grado, el equipo ha dividido los 10 años en 4 niveles (Nivel 1: Preescolar, 1 y 2 grado; Nivel 2: 3 y 4 grado; Nivel 3: 5 y 6 grado; nivel 4: 7-9 grado), se recomienda el nivel en que se cree que los estudiantes pueden empezar a trabajar con hileras. De acuerdo con los proyectos y programas que desarrollen, que pueden ser los recomendados o pueden ser los que el docente defina, este tiene un par de años durante los cuales sus estudiantes deben trabajar y llegar a dominar el concepto.

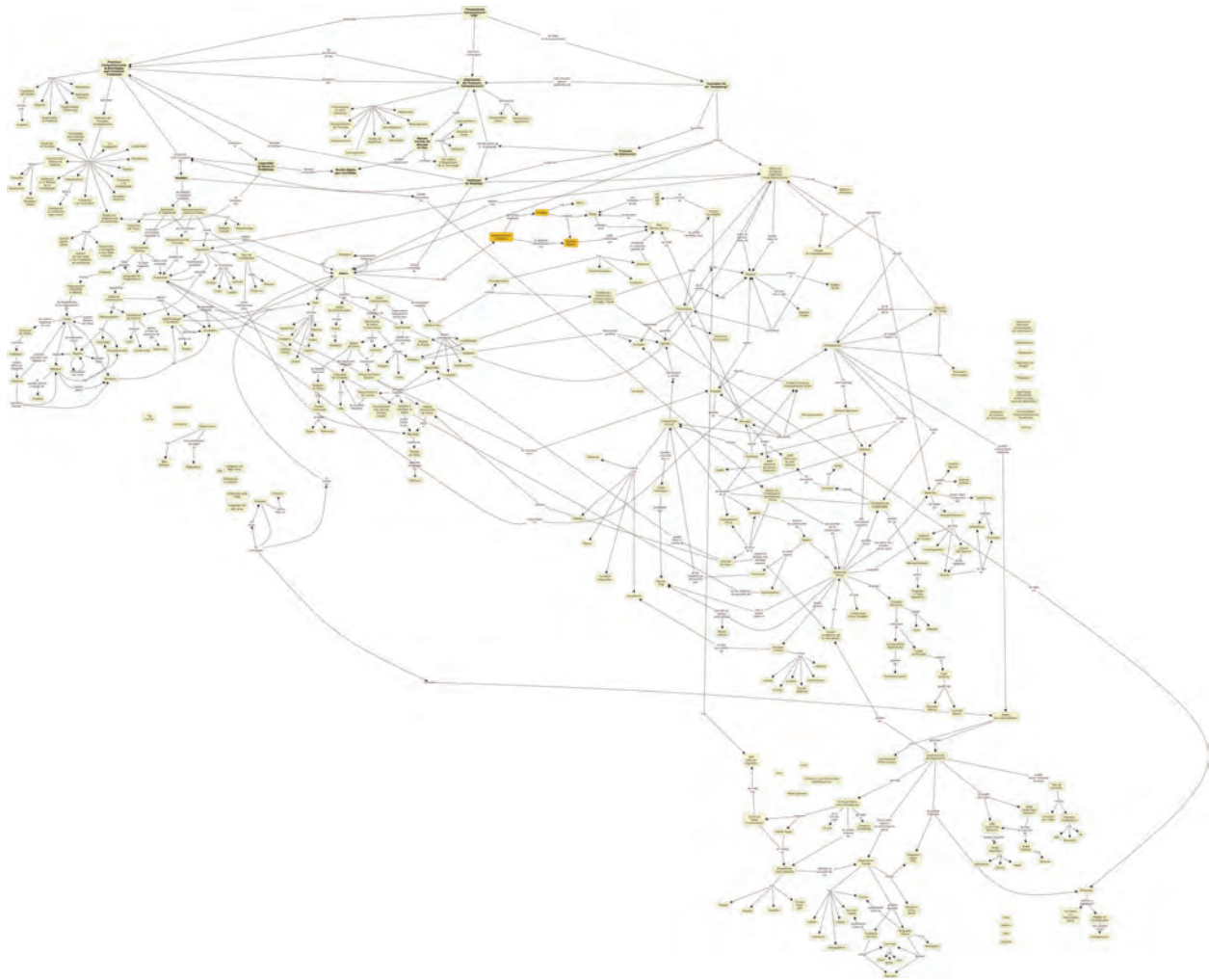


Figura 3. Mapa conceptual con conceptos del Pensamiento Computacional (mapa en elaboración, intencionalmente ilegible para que se aprecie su tamaño).

Por supuesto que hay secuencias en el orden en que deben abordarse los conceptos. Por ejemplo, el concepto de protocolo se puede analizar como una máquina de estados finita que controla el intercambio de datos entre dos procesos, donde se integran los conceptos protocolo, máquina de estados finita, procesos y datos. El comprender los conceptos de máquina de estados, estado, datos y procesos permite una mejor comprensión del concepto protocolo. El análisis del mapa permite definir esas secuencias, o “ríos” como les llama el equipo diseñador, y determinar para los diferentes niveles esos conjuntos de conceptos. La Figura 4 muestra cómo se usó el mapa impreso para definir uno de esos ríos.

Continuando con *lo que dice* el mapa conceptual de la Figura 3, los grupos de conceptos (*clusters*) que se fueron formando igualmente iban sugiriendo o confirmando conceptos claves, y en otras ocasiones permiten reflexionar acerca de que conceptos como Red de Computadoras, se comprende mejor como intercambio de datos entre procesos corriendo en diferentes máquinas, basándose en la integración de los conceptos Datos, Procesos y Máquinas. Lo que parecía como una Idea Poderosa, Redes de Computadoras, deja de serlo. El grupo de datos (*cluster*) de arriba a la

izquierda de la Figura 3 corresponde a Programación y Actitudes del Pensador Computacional. Como era de esperarse, Programación se mantuvo como una de las Ideas Poderosas, y el mapa conceptual lo confirmó. La construcción colectiva del mapa llevó a que fuera por consenso la determinación de los conceptos más relevantes. Es así como se acuerda trabajar con cuatro Ideas Poderosas: *Datos y Operaciones sobre Datos*, *Máquinas y Programas*, *Abstracción y Modelos* y *Programación*. De estas ideas poderosas, y basándose en el mapa conceptual, se derivan los conceptos que los docentes deben ir haciendo evidentes durante el desarrollo de los proyectos y programas por parte de los estudiantes. Las ideas poderosas y los ríos de conceptos dan coherencia a los proyectos de programación, y promueve en los estudiantes una mayor comprensión de la tecnología de la computación, preparándolos para enfrentar las tecnologías del futuro.

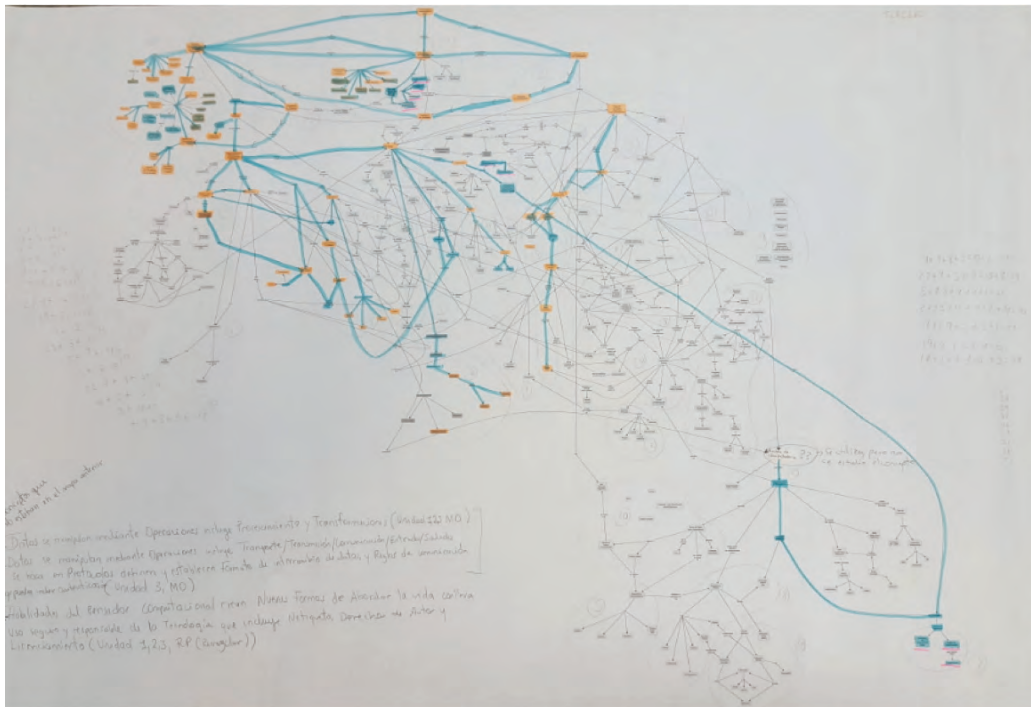


Figura 4. Ríos de conceptos a partir del Mapa Conceptual.

5 Conclusiones

La construcción colectiva del mapa conceptual sirvió no solamente para descubrir las ideas poderosas del pensamiento computacional que guían el nuevo currículo de informática educativa LIE++ y extraer ríos de conceptos relacionados para los diferentes niveles académicos, sino que permitió nivelar conocimiento sobre pensamiento computacional y computación entre los miembros del equipo, y ayudó a que todos los miembros del grupo se apropiaran del mapa y entendieran de dónde venían las ideas y los conceptos.

El mapa sirvió de guía para entender la evolución de los conceptos asociados a cada idea poderosa a través de los 10 años de currículo, y para la asignación de los conceptos a los diferentes niveles educativo. La discusión a nivel de ideas poderosas y la designación de conceptos a niveles llevó a que se comprendiera la importancia de que los conceptos no fueran asignados a puntos específicos en el tiempo, sino que se deben hacer evidentes por los docentes en los momentos en que son relevantes durante los proyectos de programación. Como resultado, se logra un nuevo currículo con mayor profundidad en la programación, la resolución de problemas, y el pensamiento computacional, siguiendo el hilo conductor de las ideas poderosas, siempre dentro de un enfoque de aprendizaje construccionista.

6 Agradecimientos

Este trabajo es el resultado del trabajo en equipo, que incluyó a un gran número de personas en la Fundación Omar Dengo, incluyendo a Tania Kaimowitz, Suhany Chavarría, Rosa Elena Chacón, Randall Alcázar, Oscar Pérez Ramírez, Magaly Zúñiga, Leonardo Correa, Leda Muñoz, Jorge Emilio López, Emmanuel Fonseca, Elena Carreras, Efraín López, Diana Matarrita, Ana Viria Hernández, Ana Lourdes Acuña, Ana Gabriela Castro, y Allan Otárola.

Referencias

- Agudelo Velásquez, O. L., Salinas Ibáñez, J., & Zea Restrepo, C. (2012). Desarrollo de Competencias apoyado en Itinerarios de Aprendizaje Flexibles basados en Mapas Conceptuales. En A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping*. Valletta, Malta: University of Malta.
- Cañas, A. J., & Badilla, E. (2005). Pensum No Lineal: Una Propuesta Innovadora para el Diseño de Planes de Estudio. *Actualidades Investigativas en Educación, Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica, 5 Edición Especial*.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2010). Itineraries: Capturing 'Experience Using Concept Maps as Learning Object Organizers. En J. Sánchez, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 7(1), 6-19.
- Chang, K.-e., Sung, Y.-t., & Chiou, S.-k. (2002). Use of Hierarchical Hyper Concept Map in Web-Based Courses. *J. Educational Computing Research*, 27(4), 335-353.
- Chiou, C., Huang, H., & Hsieh, J. (2004). Applying Hypermedia Assisted Concept Maps to Construct Accounting Inventory Teaching Material. *Journal of National Taipei Teachers College*, 17(2), 57-84.
- Coffey, J. W., & Cañas, A. J. (2003). LEO: A Learning Environment Organizer to Support Computer-Mediated Instruction. *Journal for Educational Technology*, 31(3), 275-290.
- Edmondson, K. M. (1995). Concept Mapping for the Development of Medical Curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(7), 777-793.
- Fundación Omar Dengo (2006). Educación y Tecnologías Digitales: cómo Valorar su Impacto Social y sus Contribuciones a la Equidad. In: Fundación Omar Dengo, San José, CR.
- Ghatasheh, N. A., Najdawi, A. R., Abu-Faraj, M. M., & Faris, H. (2013). Corporate e-Learning Environment Using Concept Maps: A Case Study. *International Review on Computers and Software*, 8(May), 2655-2662.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. doi:10.3102/0013189X12463051
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism: Research Reports and Essays, 1985-1990*. Norwood, N.J.: Ablex Pub. Corp.
- Hazen, R. M., & Trefil, J. (2009). Science Matters: Achieving Scientific Literacy: Anchor.
- Martin, D. J. (1994). Concept Mapping as an Aid to Lesson Planning: A Longitudinal Study. *Journal of Elementary Science Education*, 6(2), 11-30. doi:10.1007/BF03173755
- McDaniel, E., Roth, B., & Miller, M. (2005). Concept Mapping as a Tool for Curriculum Design. *Issues in Information Science and Information Technology*, 2, 505-513.
- National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas: National Academies Press.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>

- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical Studies on the Maker Movement, a Promising Approach to Learning: A Literature Review. *Entertainment Computing*, 18, 57-78.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms : Children, Computers, and Powerful Ideas* (2nd ed.). New York: Basic Books.
- Sherborne, T. (2008). Mapping the Curriculum: How Concept Maps can Improve the Effectiveness of Course Development. In *Knowledge Cartography* (pp. 183-198): Springer.
- Starr, M. L., & Krajcik, J. S. (1990). Concept Maps as a Heuristic for Science Curriculum Development: toward Improvement in Process and Product. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 987-1000.
- Stewart, J. (1979). Concept Maps: A Tool for Use in Biology Teaching. *American Biology Teacher*, 41(3), 171-175.
- Walsh, N. (2017). Engaging with a Living Textbook: An Exploratory Study on the Way in which Students and Teachers Interact with and Perceive a Web Based Concept Map Visualization Tool.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wu, J. (2017). *Teach Less, Learn More*. Beijing: Posts & Telecom Press.
- Zamora, J. C. (2012). Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE-MEP-FOD), Costa Rica. En: *Las Tecnologías Digitales frente a los Desafíos de una Educación inclusiva en América Latina: algunos casos de Buenas Prácticas*. Santiago: CEPAL, 2012. p. 53-77. LC/L. 3545.

USO DE MAPAS CONCEPTUALES PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS DE LA APLICACIÓN ECONOMICA DE LA DERIVADA E INTEGRAL EN UN CURSO DE MATEMATICA II

(USE OF CONCEPTS MAPS FOR SOLVING PROBLEMS ON THE ECONOMIC APPLICATION OF THE DERIVATIVE AND INTEGRAL IN A MATHEMATICS II COURSE)

Ana María Olachea
Universidad Nacional de Luján, Argentina
anamaolachea@gmail.com

Abstract. The article presented deals with the experience of university students in the use of concept maps in the solution of problems of mathematical economic content. It is exploratory and is reported under a qualitative cut. The development of a practice carried out by students of Mathematics II at the UNLu is discussed and described. The proposal proposes the concept mapping as a strategy prior to the resolution of problems related to marginal analysis. It is hoped that the students in their conceptual map explain the plan and the plan designed to carry it forward, avoiding that they solve mechanically. The work is part of the Problem Resolution as a theoretical line of Mathematics Didactics referenced by George Polya, conceptualization as a core of cognitive development formulated by Gerard Vergnaud and the use of concept maps as the main strategy to facilitate meaningful learning. As a final consideration, it is expressed that the use of concept maps as a modulating element in problem solving, leads the student to make an effort to systematize his work, explaining in the process his way of thinking and proceeding.

Resumen. El artículo que se presenta trata la experiencia de estudiantes universitarios en el uso de mapas conceptuales en la solución de problemas de contenido económico matemático. La misma es exploratoria y se reporta bajo corte cualitativo. Se comenta y describe el desarrollo de una práctica efectuada por estudiantes de Matemática II en la UNLu. La propuesta plantea el mapeo conceptual como estrategia previa a la resolución de problemas referidos al análisis marginal. Se aspira a que los estudiantes en su mapa conceptual expliquen el planteo y el plan concebido a llevar a adelante, evitando que resuelvan mecánicamente. El trabajo se enmarca en la Resolución de Problemas como línea teórica de la Didáctica de la matemática referenciada por George Polya, en la conceptualización como núcleo del desarrollo cognitivo formulada por Gerard Vergnaud y el uso de mapas conceptuales como principal estrategia facilitadora del aprendizaje significativo. A modo de consideración final, se expresa que el uso de mapas conceptuales como elemento modulador en la resolución de problemas, lleva al estudiante a esforzarse en sistematizar su trabajo, explicitando en el proceso su manera de pensar y proceder.

Keywords: Concept maps, Problem resolution, conceptualization, learning strategies, mathematics

1 Introducción

El artículo que se presenta trata la experiencia de estudiantes universitarios en el uso de mapas conceptuales (MC) en la solución de problemas de contenido económico matemático. Esta se realiza en el marco de la asignatura Matemática II para las carreras de Licenciatura en Administración y Contador Público de la Universidad Nacional de Luján y surge de observar las dificultades que afrontan los estudiantes a la hora de resolver problemas de aplicación económica. Tal es el caso que los estudiantes están habituados a la resolución automática de los problemas directos (conocidos como ejercicios), y ante situaciones con mayor complejidad, se confunden y complican ante la falta de comprensión de las mismas. Las dificultades se perciben en la identificación de los datos y las incógnitas, en el pasaje del lenguaje económico al matemático, en el diseño de la propia resolución e interpretación de los resultados.

El trabajo parte de la creencia que no se trata de un déficit procedimental, sino conceptual, el que les impide resolver la tarea. Los estudiantes carecen de solidez conceptual que de sentido al planteo y desarrollo del problema. No es solo una cuestión de contenidos conceptuales, sino de comprensión.

Las preguntas que orientan el trabajo son: ¿Qué estrategia didáctica puede ayudar a los estudiantes a comprender y resolver problemas? ¿Es el mapeo conceptual un instrumento adecuado para ayudar a los estudiantes a conceptualizar contenido económico - matemático que facilite la resolución de los problemas? En respuesta, se propone la estrategia de conceptualizar los contenidos económicos - matemáticos implicados en el problema, donde el mapeo conceptual es la herramienta didáctica para dicha conceptualización.

La idea central es que el estudiante adquiera habilidad para plantear y resolver problemas mediante el diseño de MC que resulten explicativos y significativos, los cuales evidencien comprensión por parte de los estudiantes y la correspondiente eficacia a la hora de resolver problemas.

El trabajo, de corte cualitativo y con resultados de un estudio exploratorio, propone caracterizar el mapeo conceptual e indagar sobre los beneficios que otorga como estrategia para favorecer la comprensión en la resolución de problemas. A fin de recaudar información, se presentó a los estudiantes del curso, un práctico para resolver por escrito y con previa realización de un mapa conceptual, una breve encuesta publicada en el aula virtual y una entrevista a estudiantes seleccionados.

2 Marco Teórico

El trabajo reportado conjuga las líneas de Resolución de Problemas (RP) y la Conceptualización como corrientes didácticas de la matemática, y el mapeo conceptual como estrategia facilitadora del aprendizaje significativo. Miguel de Guzmán (1992) alega que la idea concebida como RP resulta llena de sentido y motivadora, pero para ser más eficaz necesita de estrategias que ayuden a los estudiantes en el proceso de aprendizaje con el fin de lograr un aprendizaje significativo. Para este trabajo se define “las estrategias de aprendizajes como procesos de toma de decisiones, conscientes e intencionales, en los cuales el estudiante elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplimentar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción” (Monereo, Castelló, Clariana, Palma y Pérez Cabani, 2009, p.27).

2.1 La Resolución de Problemas y la Conceptualización

Si se piensa en la solución de problemas referidos a la economía y administración delimitada a situaciones de aprendizaje estructuradas y vinculadas con el cálculo diferencial e integral, se hace necesario encuadrarla en un modelo económico – matemático. Esto significa que los estudiantes deben poseer una base conceptual que les permita familiarizarse con el problema, es decir: comprender el problema tanto en contenido económico como matemático. En el enfoque didáctico la noción de problema es de importancia. Una definición clásica de problema lo identifica con “una situación que un individuo o un grupo quiere o necesita resolver y para lo cual no dispone de un camino rápido y directo que le lleve a la solución” (Lester en Pozo, 1997).

El modelo conocido como Resolución de Problemas (RP) y cuyo principal exponente es George Polya (1990), establece las fases que deben hacerse en su proceso:

1. Comprender el problema: familiarizarse con el problema
2. Concebir un plan: idear una ruta de pasos para resolver el problema.
3. Ejecutar el plan: llevar a cabo el plan concebido
4. Visión retrospectiva: verificar o examinar el resultado obtenido.

Esta estrategia propone una serie de preguntas y sugerencias que permitan la familiarización del problema y diseñar su solución, para lo cual se entiende que “Las buenas ideas se basan en la experiencia pasada y en los conocimientos adquiridos previamente” (Polya, 1990, p.30).

No obstante, Pozo (1997), entre otros autores, sostiene que estas fases y métodos heurísticos fueron concebidos como método general de resolución de tareas independientemente de su contenido, y en este sentido, la RP que tiene esencialmente carácter procedimental, no puede desvincularse de los contenidos conceptuales y factuales. Explica que “los procedimientos, sean destrezas o estrategias, se aplican a contenidos factuales y conceptuales, que, de no ser comprendidos por los estudiantes, imposibilitan que estos conciban la tarea como un problema” (Pozo, 1997, p. 16).

De la misma forma, Gerard Vergnaud formula la Teoría de los Campos Conceptuales o Teoría de la Conceptualización, la cual aporta un nuevo abordaje del aprendizaje significativo, sobre todo en lo que se refiere a conceptos. Para esta teoría las situaciones de RP son esenciales para la conceptualización, pues existe una relación dialéctica y cíclica entre conceptos y situaciones: cuántas más situaciones domina el estudiante, más conceptualiza y va siendo capaz de dominar situaciones más complejas. Vergnaud hace hincapié en saber y saber hacer, sostiene que

“el alumno expresa sus conocimientos científicos a la vez por su manera de actuar en situación (forma operatoria), y por los enunciados y explicaciones que es capaz de expresar (forma predicativa)” (Vergnaud, 2007, p.285).

2.2 *El Aprendizaje Significativo y el Diseño de Mapas Conceptuales Significativos*

Moreira (2010) suscribe que la conceptualización conduce a la comprensión, y afirma que sin conceptos no hay comprensión, no hay desarrollo cognitivo. También asegura que la comprensión está directamente relacionada con el aprendizaje significativo: “El aprendizaje es significativo cuando nuevos conocimientos (conceptos, ideas, proposiciones, modelos, fórmulas, etc.) interactúan con los conocimientos previos y pasan a significar algo para el estudiante, de tal forma que es capaz de explicar situaciones con sus propias palabras, resolver problemas, en definitiva, cuando el alumno comprende” (Moreira, 2003, p.1).

Al mismo tiempo, la utilización de MC constituye una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo y de la conceptualización. Novak y Gowin (1988) entienden que los MC son la proyección práctica del aprendizaje significativo. La describen como una estrategia sencilla pero poderosa para ayudar a los estudiantes a aprender y a organizar los materiales de aprendizaje. Vale decir que los MC tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Los autores resaltan que “las personas piensan mediante conceptos, sirviendo los MC para poner de manifiesto estos conceptos y mejorar sus razonamientos” (Novak y Gowin, 1988, p.21.). El MC como estrategia de aprendizaje que aplica el aprendizaje significativo trabaja los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, y favorece la memorización comprensiva mediante la estructuración, la simplificación y el impacto visual.

Cañas y Novak (2009) distinguen entre MC que enfocan en acontecimientos, los cuales se muestran más ricos en explicaciones, y los que se enfocan en objetos que resultan más descriptivos. Los primeros son los que requieren un pensamiento más profundo y dinámico. Cabe destacar para este trabajo, que estudios realizados por Safayeni, Derbentseva y Cañas (2005) revelan que la estructura de los MC puede ser indicativa del nivel de pensamiento expresado en el mapa. Los autores distinguen mapas con estructuras cíclicas (ramificación en diferentes niveles o con forma circular) que llevan a un mayor número de proposiciones dinámicas o significativas si se comparan con MC formados con estructura tipo árbol o estándar. También resaltan el uso de cuantificadores en el concepto raíz de un MC, es decir, un concepto principal por el cual se ramifican otros conceptos. En este sentido y para promover el diseño de MC más dinámicos se hace necesaria la formulación de preguntas generadoras que sean explicativas y dinámicas. Cañas y Novak (2006) señalan que una buena forma de delinear un mapa conceptual es construir una “Pregunta de Enfoque”, es decir, una pregunta que especifique claramente el problema o asunto que el mapa conceptual ayudará a resolver.

Asimismo, Chacón (2006) reporta sobre la “pregunta pedagógica” y su uso para la mediación conceptual durante la confección del mapa conceptual. Esta afirma que “Utilizar preguntas pertinentes en el proceso de construcción de MC permite, en buena medida, mostrar, comprender y atender el proceso de pensamiento que se produce en las personas al momento de construir conceptualizaciones” (Chacón, 2006, p. 327). Además distingue entre preguntas de indagación, ampliación y verificación. Las preguntas indagatorias formuladas para la resolución de problemas se convierten en las preguntas pedagógicas para la construcción del mapa conceptual. En tanto, estas preguntas pueden demandar de preguntas ampliatorias necesarias para determinar si hace falta información o ampliar conceptos, también para establecer mayores relaciones entre conceptos en forma vertical, pero esencialmente en forma horizontal. En la visión retrospectiva, se ubican las preguntas de verificación, las cuales asumen la función de verificar, reorientar y reflexionar sobre las propias ideas, pero esencialmente señalan si las proposiciones del mapa son ciertas o no. Si son coherentes y claras.

La formulación de las preguntas dinámicas tanto de enfoque como pedagógicas y el concepto cuantificado hacen que el diseño de un mapa conceptual resulte explicativo y significativo, o sea un mapa que muestra evidencia de comprensión. No obstante, Cañas y Novak (2009) si bien recomiendan mapas más dinámicos dejan entrever que un buen mapa declarativo y descriptivo también puede mostrar comprensión por parte del constructor.

2.2 *Las Estrategias de Resolución de Problemas y Mapeo Conceptual en Paralelo*

A continuación, la Tabla 1 brinda una adaptación en las tareas paralelas a realizar en las fases propuestas por Polya (1990) para plantear y resolver problemas, y la construcción de un mapa conceptual.

Resolución de problemas		Mapeo conceptual	
Inicio - Lectura del problema		Inicio- Pregunta de enfoque: ¿Cómo resuelvo el problema ... ?	
Fases de resolución	Preguntas o sugerencias	Tareas de construcción	Procesos y Preguntas Pedagógicas
Comprensión del problema	<p>¿Cuáles son las incógnitas?</p> <p>¿Cuáles son los datos?</p> <p>¿Cuál es la condición del problema?</p> <p>¿Existe relación entre los datos y las incógnitas?</p>	<p>Identificar los conceptos relevantes.</p> <p>Establecer nexo entre conceptos relevantes.</p>	<p>Se inicia el proceso de asimilación del concepto nuevo al previo y se acomoda a lo no previsto.</p> <p>Preguntas de indagación.</p>
Concepción de un plan	<p>¿Qué puedo hacer?</p> <p>¿Por dónde empiezo?</p> <p>¿Necesito resolver un ítem para resolver otro?</p> <p>¿Conozco problemas parecidos o análogos?</p> <p>¿Conozco teoría relacionada?</p> <p>¿Qué conozco de este dato o concepto?</p> <p>¿Qué puedo deducir de este dato?</p> <p>¿Estoy empleando todos los datos?</p> <p>¿Estoy utilizando la condición?</p> <p>¿Hay otra forma de resolver el problema?</p>	<p>Buscar conceptos específicos necesarios que se relacionan con los conceptos relevantes.</p> <p>Ordenar los conceptos desde los generales a los menos inclusivos.</p> <p>Buscar relaciones de conceptos relevantes y específicos tanto horizontales como cruzadas.</p> <p>Relacionar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conectando mediante vectores (línea y flecha). 2. Vinculando con palabras de enlace. 3. Generando proposiciones (enunciados ciertos). <p>Rever lo hecho para reconstruir el mapa: reubicar conceptos, cambiar conexiones y/o palabras de enlace si se consideran necesarias.</p>	<p>Se comparten, intercambian y negocian significados.</p> <p>Se producen los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora.</p> <p>Mediante la revisión se puede mejorar la claridad de las relaciones conceptuales ilustradas en el mapa.</p> <p>Preguntas de indagación y ampliación.</p>
Ejecución del plan	<p>Es la tarea propia de resolver el problema.</p> <p>Se acompaña cada paso u operación matemática con una explicación de lo que hace y para qué lo hace.</p>	<p>Se visualizan conceptos y relaciones jerárquicas entre conceptos.</p> <p>Se explica la RP: Están expuestos y ordenados los pasos a seguir en la resolución con la ruta marcada por el Mapa conceptual confeccionado.</p>	<p>La representación gráfica es la ruta de resolución del problema.</p> <p>Refleja la comprensión conceptual del problema de quienes lo han hecho.</p> <p>Facilita la explicación oral de los pasos que se realizan.</p>
Visión retrospectiva	<p>¿Puedo verificar el resultado?</p> <p>¿Puedo verificar el razonamiento?</p> <p>¿Es coherente el resultado?</p> <p>¿Es posible encontrar otra solución?</p> <p>¿Puedo interpretar el resultado?</p> <p>¿Puedo explicar en términos económicos el resultado?</p>	<p>Se reflexiona sobre el Mapa conceptual.</p>	<p>Se toma conciencia del mapa conceptual.</p> <p>Se hace lugar a una auténtica reorganización cognitiva.</p> <p>Preguntas de Verificación</p>

Tabla 1: Tareas para la Resolución del Problemas y elaboración de MC.

La práctica del mapeo conceptual bajo una metodología participativa requiere el trabajo colaborativo del grupo, y a su vez implica el compromiso del estudiante que vive una experiencia personal. La construcción y reconstrucción del mapa conceptual en distintas fases de la resolución de problemas permite mostrar la reorganización cognitiva de parte de los estudiantes.

3 Desarrollo

3.1 Método

En cuanto a la metodología, se tuvo una finalidad exploratoria dado que, si bien se encontraron artículos científicos al respecto, el uso de MC no es habitual para el desarrollo de actividades de contenido matemático en el ámbito universitario. Esto mismo, hizo considerar apropiado un enfoque cualitativo. La experiencia se efectuó sobre una muestra de 84 estudiantes de una comisión de la asignatura Matemática II en el Centro Regional San Miguel de la Universidad Nacional de Luján. Matemática II es una asignatura del ciclo básico común a las carreras Licenciatura en Administración y Contador Público. La misma trabaja contenidos del cálculo diferencial e integral de funciones de una variable con aplicación al análisis marginal. El curso se llevó adelante con dos clases semanales presenciales de carácter teórico práctico, y contó con el apoyo de un aula virtual.

Desde el principio de la experiencia se explicó a los estudiantes la importancia de comprender y resolver las situaciones problemáticas sin caer en resoluciones mecánicas o automáticas. Se distinguieron dos etapas, la primera dirigida a la explicación y uso de las técnicas referidas a RP y elaboración de MC, y la segunda abocada a la aplicación de ambas estrategias en una práctica integradora. Con respecto a la elaboración de MC y los pasos para la RP, se efectuó en forma paralela y progresiva, bajo tareas simples con diversas consignas. También se dispuso de una clase instructiva para el uso del software CmapTools y de material relacionado a la construcción de MC publicado en el aula virtual.

Dentro del sistema de evaluación continua, se presentó la Práctica N° 14 (Ver figura 1), de carácter integradora de las unidades temáticas 6 y 7 del programa de la asignatura, referida a una situación económica como aplicación de la derivada e integral. El problema planteado incluyó dos ítems y no era de resolución inmediata, tal que se diferenció de los propuestos habitualmente en el texto base del curso. La Práctica se caracterizó por ser escrita y domiciliaria, podía entregarse en forma individual o grupal (hasta 3 estudiantes). La elaboración del MC previa a la Práctica era de carácter optativa.

PRACTICA 14

Referencia: Actividad práctica integradora de las unidades 6 y 7.

Enunciado del Problema.

Resolver el problema que a continuación se enuncia:

De un nuevo modelo de Agenda Perpetua Sustentable, la empresa Ecoregalos es la única que la produce, y del mismo se conoce la función de demanda dada por $p = -2x + 400$ y la función costo promedio $C(x) = 0,2x + 4 + \frac{400}{x}$.

A fin de colaborar como asistente del gerente de producción de la empresa, se le pide:

- 1. Calcular el precio en el que la empresa obtendrá el máximo beneficio.*
- 2. Si se espera que el precio de equilibrio del mercado sea el que más beneficia a la empresa, determine cual será el excedente de consumidores.*

Sugerencia.

A modo de estrategia, se recomienda la elaboración previa de un mapa conceptual que evidencie el planteo y la ruta del plan concebido para su resolución.

Figura 1: Práctica 14.

Esta Práctica no tuvo calificación numérica, al estudiante o grupo se le proporcionó el nivel de satisfacción alcanzado: Satisfactorio (S) cuando resolvió los dos ítems correctamente, Parcialmente Satisfactorio (PS) cuando resolvió solo un ítem en forma correcta y No Satisfactorio (NS) cuando no alcanzó a resolver ningún ítem. Por otro lado, atento que no existe el mapa conceptual único y tampoco un mapa conceptual correcto o no correcto, éste no fue parte de la calificación de la práctica. Se brindó una devolución comentada del mapa con sugerencias a cada estudiante o grupo. Ahora bien, cabe destacar que si fue objeto de análisis y descripción para este trabajo. En este

sentido se tuvo en cuenta la determinación del/los concepto/s principal/es, la correspondiente pregunta de enfoque, las preguntas pedagógicas, los conceptos auxiliares o subordinados, la relación entre conceptos, la adecuación de las palabras de enlace, la validez de las proposiciones, la jerarquización y la estructura del mapa.

Para obtener información se comparó el nivel de satisfacción alcanzado en las prácticas en los años 2016 y 2017, se recurrió a una encuesta publicada en el aula virtual (anónima y voluntaria) y una entrevista a los estudiantes cuyos mapas fueron seleccionados para presentar en este trabajo.

3.2 Resultados Obtenidos

La entrega de la Práctica 14 registró que 54 estudiantes (64%) la presentó en forma grupal (entre 2 o 3 integrantes), 22 estudiantes (26%) en forma individual y 8 de ellos (9%) no la entregaron. Se presentaron un total de 45 Prácticas de las cuales 34 (76 %) adjuntaron el mapa conceptual. A continuación el gráfico 1 muestra el nivel de satisfacción alcanzado por los estudiantes o grupos en la Práctica 14 según confección o no de mapa conceptual previo.

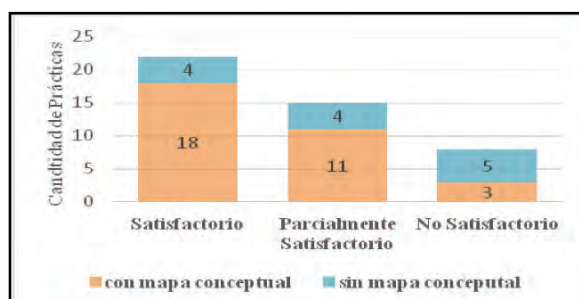


Gráfico 1: Relación entre el nivel de Satisfacción alcanzado en la Práctica 14 y la confección o no del MC.

La Tabla 2 compara el nivel de satisfacción alcanzado en prácticas similares en los años 2016 y 2017 sin y con uso de MC respectivamente.

Año	MC	Satisfactorio		Parcialmente Satisfactorio		No Satisfactorio		Total Prácticas presentadas
2016	Sin uso MC	15	30%	19	38%	16	32%	50
2017	Con uso MC	22	49%	15	33%	8	18%	45

Tabla 2: comparación nivel de satisfacción alcanzado en los años 2016 y 2017.

3.2.1 Análisis del Mapa conceptual 1

El MC considerado (ver Figura 2) está realizado por el estudiante A y lo presentó en forma individual. La construcción se efectuó a través del software CmapTools. La correspondiente Práctica 14 fue calificada como Satisfactoria.

Con respecto al MC puede indicarse: Se inicia a partir de los datos hasta las incógnitas de los ítems propuestos. El cambio de color demarca el plan concebido para la resolución de cada ítem. En cuanto a la estructura es un mapa lineal vertical con sentido hacia abajo donde se identifican los conceptos principales en forma clara. Los conceptos auxiliares se relacionan en forma conveniente, para lo cual utiliza conectores y las palabras de enlace adecuadas. Entre los términos conceptuales no se exhiben expresiones simbólicas ni ecuaciones. Solamente aparece la fórmula de integración definida para el cálculo de excedente de consumidores. Se denotan las dos variables independiente y dependiente en forma correcta. Desde el punto de vista de la argumentación matemática ofrece un esquema de los pasos a realizar desde los datos hasta los valores a calcular en ambos ítems. Por lo que se refiere a la representación gráfica tiene una estructura de árbol, se observan dos ramificaciones en otros niveles.

En la entrevista el estudiante A manifestó que la pregunta de enfoque fue: *¿Cómo resuelvo el problema?*, pero que inició el mapeo conceptual con la pregunta: *“¿Cuáles son los datos?”*, y seguidamente *“¿Qué debo hallar?”*. También explicó que advirtió que no había una solución inmediata, y entonces se preguntó *“Cómo llego de los datos a lo que debo hallar?”*. Decidió buscar en la teoría relacionada los conceptos necesarios que se puedan inferir de los datos y que estuvieran vinculados a las incógnitas, como así también recurrió a ejercicios resueltos y por analogía

calcular el ingreso, costo y beneficio total hasta llegar al beneficio máximo y el precio requerido. Luego, continuó diciendo el estudiante A: “Me di cuenta que cuando encontraba el precio p a la vez encontraba el nivel de producción, y con la demanda de dato podía armar la solución de lo pedido en el ítem 2), o sea, el excedente de consumidores”.

En cuanto al sentido que le otorga a la elaboración del mapa, manifestó “resumen guía” porque “desde el vamos fue el resumen del plan pensado, me sirvió de guía para cuando escribía la solución en el cuadernillo y después me facilitó la verificación”.

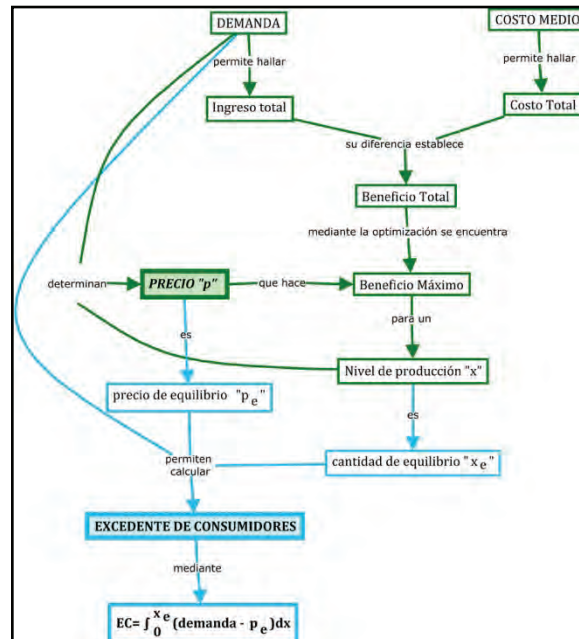


Figura 2: Mapa Conceptual 1 – Estudiante A.

De la entrevista surge que el estudiante A usó una pregunta de enfoque muy general que puede considerarse estática, no se vislumbra ninguna pregunta generadora que cuantifique el concepto raíz, aún cuando en la representación gráfica se destacan dos conceptos principales que son las incógnitas: precio que máximo el beneficio y excedente de consumidores. También se desprende que para definir los términos conceptuales recurrió más a la teoría relacionada y a la razón por analogía que al uso de preguntas pedagógicas. De todos modos, el mapa conceptual presentó coherencia lógica de los contenidos conceptuales, resultó de carácter declarativo y descriptivo para la RP.

El mapa conceptual expuesto muestra indicio de comprensión y eficacia para la resolución del problema por parte del estudiante.

3.2.2 Análisis del Mapa conceptual 2

El mapa conceptual tratado aquí (ver Figura 3) fue elaborado en forma grupal por los estudiantes B y C mediante el programa CmapTools. La calificación obtenida en la Práctica 14 fue Satisfactoria.

Con respecto al mapa conceptual puede señalarse que es un mapa en sentido inverso al precedente. La estructura jerárquica es completa y equilibrada. Ofrece una organización clara y de fácil interpretación. Los ítems se limitan a través de la construcción vertical y paralela a partir de las incógnitas (arriba). Los conceptos principales son las dos las incógnitas, que resultan pertinentes, adecuados y bien destacados. Hay una buena elección de los términos conceptuales, palabras de enlace y las proposiciones enunciadas cierran en forma precisa. Usa correctamente las ecuaciones, simbología y fórmulas matemáticas (denotadas en líneas punteadas). Escribe correctamente las variables. Desarrolla en forma explícita los pasos para la optimización de la función beneficio total. Utiliza línea pespunteada para cálculos auxiliares. En La representación gráfica presenta varias ramificaciones, con relaciones circulares, horizontales y cruzadas entre ambos ítems, lo cual hace un MC cíclico y dinámico.

Desde la argumentación matemática se propone una combinación de diferentes esquemas, a saber: fáctico cuando desarrolla los pasos a seguir en forma ordenada y lógica, simbólica mediante el uso de símbolos matemáticos, y analítico con el desarrollo de una cadena deductiva.

En la entrevista los estudiantes indicaron que su pregunta de enfoque fue: “*Cómo hacemos para averiguar el precio que hace el máximo el beneficio y el excedente de consumidores?*”. El estudiante B aclaró que seguidamente para la confección del mapa recurrieron a las preguntas sugeridas para las distintas fases de la RP: *¿Qué me pide hallar?* *¿Cuáles son las incógnitas?*, y luego *¿Qué datos tengo?*. Luego, expresaron el mapeo para la elaboración del plan consistió de las preguntas: *¿cómo encuentro el precio que hace máximo el beneficio?* *¿qué necesito previamente para hallar el máximo beneficio?* *¿Qué pasos debo seguir para determinar el beneficio máximo?* ... *¿puedo escribir esto matemáticamente?* ... *¿puedo determinar con los datos la función beneficio total?*, *¿qué funciones necesito previamente?* y así hasta que se recalaron con los datos del problema: la demanda y el costo medio.

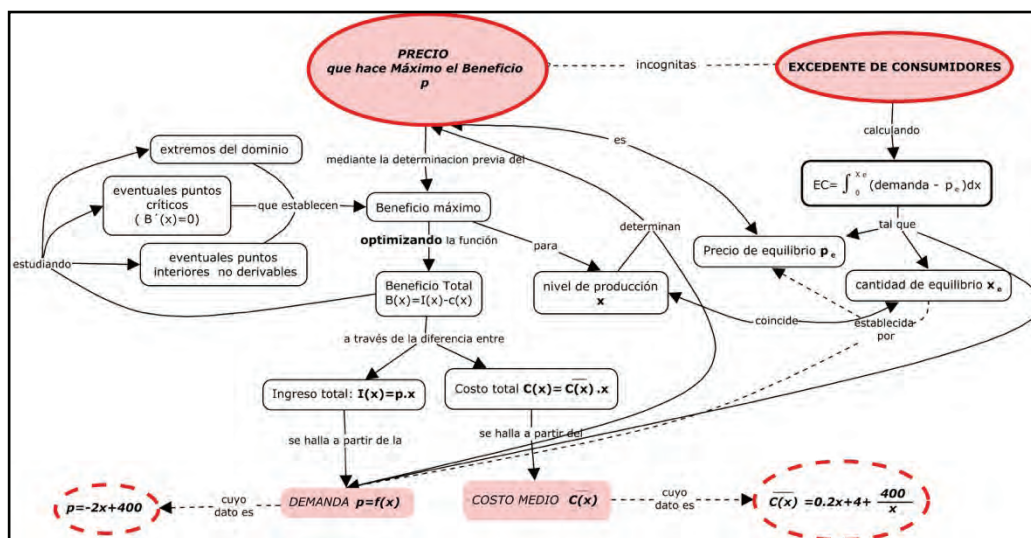


Figura 3: Mapa conceptual 2 – Estudiantes B y C.

Para el ítem 2 el estudiante C comentó: “*Nos dimos cuenta que el precio hallado en el ítem 1 era la condición para hallar el excedente de consumidores, ya teníamos un dato y nos preguntamos ¿Cómo se calcula excedente de consumidores?, ¿qué otros datos necesitamos?, la demanda era dato inicial y la cantidad de equilibrio se podía determinar, tuvimos que recordar ejercicios resueltos en clase y resultó más fácil*”. Luego, continuó “*nos dimos cuenta que la cantidad de equilibrio era el nivel de producción que ya habíamos calculado*”.

Los estudiantes señalaron que la identificación de los datos y las incógnitas se efectuó una vez leído y comprendido el enunciado del problema y qué resultó más fácil que la confección del cuerpo del mapa del ítem 1, y en cuanto al mapeo del ítem 2 lo diseñaron casi de inmediato. Testimoniaron que la elaboración del mapa fue “*entretenida*”. Contaron que construían y reconstruían el mapa constantemente, sobre todo para encontrar las palabras de enlace adecuadas, mientras que les permitió armar el plan para resolver el problema. Otra cuestión que se plantearon al inicio fue si mapeaban cada ítem por separado, pero a medida que trabajaban los términos conceptuales consensuaron realizar uno para todo el problema. También comentaron que al finalizar el mapa se preguntaron *¿está bien lo que planeamos?* *¿es coherente el planteo?*, y seguidamente recorrieron todo el mapa verbalizando en voz alta los pasos a seguir y notaron entre ellos que fluía el lenguaje, afirmaron: “*Hablamos con naturalidad*”.

Ambos estudiantes convinieron diciendo “*De esta manera definimos la ruta del mapa, o sea, definimos la ruta de la solución del problema*”. Ante la pregunta con respecto al sentido inverso del mapa el estudiante C expresó, “*Aún el sentido inverso fue nuestra ruta, porque arriba estaban los conceptos más importantes y marcaban nuestro objetivo ... para escribir la resolución hicimos los pasos de abajo hacia arriba*”. De esta forma, revelaron que los conceptos raíces fueron los conceptos principales, enfocados en acontecimientos: “*precio que hace máximo el*

beneficio” y “excedente de consumidores”. De hecho, esto respondió a la elaboración de una pregunta de enfoque pertinente. Con respecto a la combinación de las técnicas de RP y mapeo conceptual señalaron *“son muy parecidas, se complementan y resultan fácil de utilizarlas”*.

De la entrevista surge que efectuaron el mapeo conceptual con una serie de preguntas que conjugan la heurística de la RP con la pregunta de enfoque y preguntas pedagógicas. Se advierten las preguntas de indagación, ampliación y verificación adecuadas. El relato también da cuenta que los estudiantes asimilaban rápidamente ambas estrategias y encuentran similitud en ambas técnicas.

El mapa conceptual expuesto resulta con coherencia lógica de contenido matemático – económico, configura una estructura cíclica resultando de carácter explicativo y significativo. Conforme a lo expuesto, el mapa conceptual muestra indicio de comprensión y eficacia para la resolución de problemas de parte de los estudiantes.

3.3 Encuesta

En cuanto a la encuesta virtual, respondieron 42 estudiantes, entre distintos comentarios manifestaron hacerlo con agrado y comprometidos con la tarea.

Algunas de las preguntas y respuestas fueron:

- 1) ¿Has comprendido las 4 fases para plantear y resolver problemas?
Si: 29 estudiantes (69 %), No: 3 estudiantes (7%), Parcialmente: 10 (24%).
- 2) ¿Has comprendido como confeccionar un mapa conceptual?
Si: 31 estudiantes (74%), No: 1 estudiante (2%), Parcialmente: 10 estudiante (24%).
- 3) ¿Te resulta fácil / difícil confeccionar un mapa conceptual?
Fácil: 24 estudiantes (57%), Difícil: 6 estudiantes (14%). Ni fácil ni difícil: 12 estudiantes (29%).
- 4) ¿Te resulta útil el uso de MC para plantear y resolver problemas?
Si: 35 estudiantes (83%), No: 2 estudiantes (5%), Parcialmente: 5 estudiantes (12%).
- 5) ¿Prefiere confeccionar el mapa conceptual en forma individual o grupal?
Individual: 9 estudiantes (21%), Grupal: 29 estudiantes (69%), Me es indiferente: 4 estudiantes (10%).
- 6) ¿Qué función le asigna al mapa conceptual en la resolución de problema y por qué?
 - “Esquema guía, porque orienta y da los pasos para resolver problemas”.
 - “Resumen del problema, pues deja asentados los datos, la cuestión a resolver y los pasos a seguir”.
 - “Ruta o camino de la resolución del problema, porque su gráfica permite trabajar las 4 fases de la resolución de problemas”.
- 7) ¿Qué beneficios aporta el uso de MC en la resolución de problemas?
 - “el mapear me gusta y me comprometo con el problema”.
 - “me parece que he mejorado en lo que hace resolver problemas”.
 - “me organiza el problema”.
 - “resume todos los pasos a realizar”.
 - “simplifica la resolución”.
 - “me cuesta pero me concentro y entiendo el problema creo que mejoré bastante”.
 - “ahora entiendo y puedo explicar el problema y como lo resuelvo”.
 - “comprendo el problema y la forma de resolverlo”.
 - “me ubica en cada paso para resolver el problema”.
 - “me orienta cuando estoy perdido o confundido”
 - “lo hice en grupo y participé bastante”.
 - “puedo controlar los pasos hechos y verificarlos”.
 - “hace que recuerde problemas parecidos”.

4 Conclusión

Las estrategias de mapeo conceptual y resolución de problemas mantienen un estrecho vínculo, de carácter complementario, que permite trabajar una base conceptual en la solución de situaciones económicas de aplicación de la derivada e integral.

La experiencia constata una mejora general en cuanto al rendimiento de los estudiantes en prácticas relativas a la resolución de problemas.

Para los estudiantes esta combinación de estrategias resulta de utilidad y prefieren el trabajo grupal mediante el cual asumen una participación activa y comprometida. Le otorgan al mapa conceptual la función de esquema, ruta o resumen guía para diseñar la resolución de problemas.

En cuanto a los beneficios que otorgan al uso de los mapas conceptuales en la resolución de problemas los estudiantes se refieren en general a una mejora en:

- La familiarización del problema.
- La elaboración de un plan que organiza y simplifica la tarea.
- La recuperación de teoría relacionada y otras heurísticas de la RP.
- La posibilidad de reorientar la resolución ante eventuales desconciertos u obstáculos en la ejecución del plan.
- El eficaz control de los pasos seguidos y su verificación retrospectiva.

La representación gráfica del mapa conceptual significativo y la capacidad que los estudiantes adquieren para explicarlo con sus propias palabras evidencian saber y saber hacer, o sea comprensión para llevar a cabo la RP. En resumen, el mapeo conceptual como elemento modulador en la resolución de problemas, lleva al estudiante a esforzarse en coordinar su diseño de resolución, explicitando en el proceso su manera de pensar y proceder.

De lo expuesto y a modo de consideración final, la estrategia pensada para favorecer la comprensión y eficaz resolución de problemas resulta adecuada y conveniente. Se espera que esta experiencia sea punto de partida para profundizar y generar futuras investigaciones.

Referencias

- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the Foundations for Effective use of Concept Maps. En A.J. Cañas, J.D. Novak (Eds). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 494-502). San José, Costa Rica.
- Cañas, A. J., Novak, J. D. (2009). *¿Porqué la pregunta enfoque?* Recuperado el 30/11/2017 en: <https://cmap.ihmc.us/docs/preguntadeenfoco.php>
- Chacón, S., (2006). La Pregunta Pedagógica como Instrumento de Mediación en la Elaboración de Mapas Conceptuales. En A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds), *Concepts Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, (Vol. I, pp 327-334). San José, Costa Rica.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Perez Cabani, M.L. (2009). *Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje*. Barcelona, España: Grao.
- Moreira, M.A. (2003). *Lenguaje y Aprendizaje Significativo*. Recuperado el 23/10/2017 en: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/lenguaje.pdf>.
- Moreira, M.A. (2010). ¿Por qué los Conceptos? ¿Porqué Aprendizaje Significativo? ¿Por qué Actividades Colaborativas? ¿Por qué Mapas Conceptuales? *Revista Currículum*, N°23, pp. 9-23. Disponible en: <http://revistaq.webs.ull.es/ANTERIORES/numero23/moreira.pdf>
- Novak, J. D. y Gowin, B.D. (1988) *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Polya, G. (1990) *Cómo Plantear y Resolver Problemas*. México: Trillas.
- Pozo, J. (1994) *La Solución de Problemas*. Madrid: Editorial Santillana.
- Safayeni, F., Derbentseva, N. y Cañas, A. J. (2005). A Theoretical Note on Concept Maps and the Need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741-766.
- Vergnaud, G. (2007). ¿En qué Sentido la Teoría de los Campos Conceptuales puede Ayudarnos para Facilitar Aprendizaje Significativo? *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 285-302. Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID172/v12_n2_a2007.pdf

USOS INNOVADORES DE LOS MAPAS CONCEPTUALES EN ENTORNOS VIRTUALES: ¿FANTASÍA O REALIDAD?

(INNOVATIVE USES OF CONCEPT MAPS IN VIRTUAL ENVIRONMENTS: FANTASY OR REALITY?)

Josué Antonio Ibarra Rodríguez & Manuel Francisco Aguilar Tamayo
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México
Email: {josue.ibarra, mafat}@uaem.mx

Abstract. This is the abstract of the paper. All abstracts must be written in English. If the paper is in Spanish, it may optionally be Abstract. The potentialities of the conceptual map are broad, frequently speaking of innovative uses in education and its potential in virtual learning environments. But what happens when these potentialities are contrasted with the hard data of real use in universities? The present work reports the partial results of a research that compares the real uses of the Conceptual Map in virtual learning environments, with the uses proposed by authors such as Cañas, Novak and Aguilar with the reality of a university in Mexico.

Resumen. Las potencialidades del mapa conceptual son amplias, frecuentemente se habla de usos innovadores en educación y de su potencialidad en los entornos virtuales de aprendizaje. Pero ¿Qué pasa cuando estas potencialidades se contrastan con los datos duros del uso real en las universidades? El presente trabajo reporta los resultados parciales de una investigación que compara los usos reales del Mapa conceptual en entornos virtuales de aprendizaje, con los usos propuestos por autores como Cañas, Novak y Aguilar con la realidad de una universidad en México.

Keywords: concept mapping, concept maps, virtual environments,

1 Introducción

Los usos de los MC en entornos virtuales es un tema que ha sido poco estudiado, la revisión de los trabajos al respecto, permitió identificar 4 formas de abordar los estudios encontrados sobre los mapas conceptuales (en adelante MC) y los entornos virtuales: 1. Experiencias de Desarrollo de software, 2. Propuestas de uso como actividades de aprendizaje mediadas por tecnología, 3. Propuesta de uso como recurso en línea, 4. Cursos completos en educación a distancia. A continuación, ahondamos más en cada uno de ellos:

1.1 Experiencias de Desarrollo de Software

Los trabajos que describen el desarrollo de software tienen dos variantes, primero están aquellos que presentan los resultados de alguna integración del software especializado en construcción de MC CmapTools (Cañas *et al.*, 2004) a alguna plataforma educativa o LMS (por sus siglas en inglés: Learning Managment Sistem). En este tipo de trabajos se describe el resultado de la integración de CmapTools a alguna plataforma educativa, logrando que la plataforma utilice y reconozca dicho programa en la generación de MC dentro de las aulas virtuales y vinculando los mapas construidos al libro de calificaciones para que sean evaluados por los docentes, logrando que los estudiante y profesores no tengan que instalar CmapTools en sus equipos y que la plataforma permita generar mapas de manera directa en los cursos.

Ejemplos de este tipo de trabajos han sido presentados por Arias & Chacon (2010); Luckie, Scott & Evert-May (2004); Basoo & Margarita (2004); Laanpere, Mastak & Kippar (2006). Este tipo de trabajos tiene un enfoque de carácter técnico y aunque representan un avance en el proceso técnico de agregar herramientas a las aulas virtuales, no representan un avance en los usos que se le pueden dar al mapa conceptual.

La segunda variación es de los trabajos que presentan propuestas de plataformas educativas basadas en MC. Estas propuestas son desarrollos de entornos virtuales de aprendizaje, que pretenden fungir como plataformas educativas en las que se diseñen cursos basados en MC. Ejemplos de este tipo de trabajos son la CMAPPED presentado por R. Beltrame (2014) o CMPAAS presentado por Cury & Andrade (2014).

Aunque los desarrollos presentados en este tipo de trabajos son interesantes, siguen teniendo un enfoque técnico y sus alcances han sido limitados, es decir, la poca difusión del trabajo de desarrollo no ha permitido que la plataforma desarrollada sea adoptada por profesores o instituciones en gran escala.

1.2 Propuestas de Uso como Actividades de Aprendizaje Mediadas por Tecnología

En este tipo de trabajos, se reporta el uso del MC en una actividad o tarea concreta. Aun cuando en los trabajos se alude a diferentes términos para nombrar la interacción entre sus participantes: A distancia (Basque & Pudelko, 2004; Modesto, Augusto, Schuster & Pereira, 2008; Layne, Gunawardena & Main, 2010), grupos virtuales (Engelmann & Kolodziej, 2012), aprendizaje a distancia, e-Learning (González, 2008), curso en línea (Conceição, 2004), en todos los casos hacen referencia al hecho de que la mayor parte de la interacción durante la actividad de aprendizaje planteada ha sido mediada por tecnología, por lo que el principio de interacción es el mismo.

En este tipo de trabajos se presentan resultados concretos que pueden ayudar a acrecentar las formas de trabajo con MC en modalidades no presenciales, pero que necesitan ser replicados y evaluados para demostrar una efectividad de manera contundente. Normalmente presentan resultados de una o dos implementaciones aludiendo mejoras al desempeño de los estudiantes por el uso del mapa conceptual, sin prestar atención a las formas de planear, ejecutar el trabajo en periodos previos, en los que la planeación pudo no ser adecuada, pero que se vio forzada a mejorar por el uso de una nueva herramienta, en este caso, los MC.

1.3 Propuesta de Uso como Recurso en Línea

El desarrollo de recursos que provean información a los estudiantes dentro de los cursos en línea o a distancia, es otra de las formas que se ha identificado en los trabajos que refieren el uso de los MC en entornos virtuales de aprendizaje.

Trabajos como el del Yanzer, Dal'Col & Nicolao (2004), Goyal, Prakash & Manvi (2006) y Lehmuskallio, Lehmuskallio, Kaasinen & Åhlberg (2008), presentan experiencias en la creación de recursos más dinámicos y con un enfoque didáctico más adecuado para el contexto de los entornos virtuales.

Adicionalmente, el trabajo de Cañas, Ford, Coffey, Reichherzer, Carff, Shamma, Hill, Suri & Breedy (2000) e Ibarra (2015) plantean en uso de los Modelos de conocimiento basados en MC como una opción viable para la presentación de contenidos dentro de cursos en entornos virtuales de aprendizaje, permitiendo la navegación ordenada, libre y ágil.

Este tipo de propuestas presenta un uso conservador del mapa conceptual, no como una actividad que realiza el estudiante, sino como un medio para proporcionar información. Aunque Novak plantea que dentro de las ventajas del MC se encuentra su capacidad esquemática (Novak & Gowin, 1988), a menos que sea acompañado de actividades pertinentes al propósito educativo establecido, el planteamiento puede estar algo distante del enfoque constructivista del mapa conceptual, ya que como esquema no tiene los beneficios en el proceso de construcción de conocimiento que presenta cuando se coloca al estudiante en la posición de construirlo.

1.4 Cursos Completos en Educación a Distancia

A diferencia del uso en actividades mediadas por tecnología, en las que sólo se reporta el uso en alguna actividad de un curso, en este tipo de trabajos se reporta el uso en cursos completos de diferentes disciplinas. Reynoso (2004), Rowley (2006), Conceição (2008), Aparecida, De Souza, Vergara, Ulbricht & Flores (2010), Monteiro & Barbosa (2014), Mataruco, Carnielo, Frango & Araújo (2014) presentan trabajos que, desde diferentes áreas de conocimiento, han realizado aportaciones a los registros del uso de los MC en cursos completos, integrando su uso como actividad recurrente por parte de los estudiantes y profesores, intentando retomar con el mapa, el enfoque constructivista del que partió el desarrollo de esta técnica.

Este tipo de trabajos normalmente es reportado por los profesores investigadores que utilizan el MC en sus cursos, generando panoramas específicos desde su perspectiva, que pueden no representar los usos del MC dentro de sus instituciones, ya que son iniciativas aisladas derivadas de su interés personal en esta estrategia.

Adicionalmente se ha encontrado el registro de un trabajo que presenta el uso de los MC en proceso de Formación de tutores en línea (Villalobos, Torres & Barona, 2014) así como, para propiciar proceso de aprendizaje y colaboración entre investigadores (Carmona, Marrero, Nelson & Rubio, 2006).

1.5 Planteamiento de este Estudio

A diferencia de los cuatro planteamientos identificados, el presente trabajo reporta los resultados parciales de un proyecto de investigación, que pretende explorar el uso de los MC desde la perspectiva de las prácticas docentes, es decir en un contexto institucional que existe previamente a la iniciativa aislada de algunos docentes, ara ello se observa las aulas virtuales en las que se utiliza el MC dentro de diferentes programas educativos en una universidad de México.

Aguilar Tamayo (2012) describe 8 formas de usar el mapa conceptual: 1) Esquema general, 2) Herramienta de diagnóstico, 3) Instrumento de evaluación, 4) Negociación de significados, 5) Organizador previo, 6) Herramienta para la investigación, 7) Facilitador de aprendizaje y 8) Método de estudio.

Novak & Cañas (2008) proponen 17 formas de uso del mapa conceptual, 4 son formas de usos general en educación: Aclarar ideas claves, compartir conocimiento e información generadas, preparar trabajos escritos y exposiciones orales, y elaborar lluvias de ideas; 5 son formas de uso por parte del estudiante: Determinar cuánto sabe sobre un tema, facilitar la comprensión de las lecturas, extraer el significado de trabajos(laboratorio, campo o estudio), investigación y/o búsqueda de información, y trabajo colaborativo ; y 8 son formas de usos por parte del profesor: Planear y organizar el currículo, preparar guías de estudio, realizar una presentación inicial, explorar conocimientos previos del estudiante, Facilitar mapas esqueleto a los estudiantes como andamios, Evaluar y dar seguimiento al estudiante, detectar errores de concepto, y como base para continuar descubriendo y creando;

Sin embargo, estas formas de usos propuestas están planteadas desde la experiencia de trabajo en entornos presenciales, es decir han sido generadas, para un contexto escolar en el que el docente y los estudiantes coinciden en el mismo tiempo y espacio, por lo que las condiciones de interacción pueden resultar favorables para ciertos procesos de interacción, sin embargo, estas condiciones pueden no estar presentes en los entornos virtuales de aprendizaje. Observar los usos del MC en una institución permite identificar cuáles de los usos han tenido un mayor impacto, preparando un escenario para posibles cursos de formación de usos del MC de maneras diversas. Al mismo tiempo puede funcionar como indicador para redoblar esfuerzos en la difusión de formas innovadoras de uso del mapa conceptual.

La descripción de los usos del MC en entornos virtuales en una institución que implemente esta herramienta de manera regular en sus procesos de aprendizaje ayudará a identificar si las potencialidades del mapa conceptual han sido explotadas convenientemente o si se han subutilizado.

2 Metodología

Se revisaron los registros que la universidad tiene en las plataformas institucionales en las que se resguardan y operan las asignaturas híbridas y virtuales, esto permitirá analizar la forma en que se utilizan los MC dentro de las asignaturas.

La necesidad de observación de un medio digital en el cual se realizaron acciones y se tiene registro implican un enfoque etnográfico (Punch, 2009) mas no necesariamente llegando a ser un estudio etnográfico, entendiendo que será necesario observar las formas en las que se utilizan los MC en un medio específico, en este caso un entorno virtual de aprendizaje.

Se hizo la revisión de 91 asignaturas diferentes pudiendo identificar que, 42 incorporan el MC de alguna forma en su estructura.

Para realizar las primeras aproximaciones se utilizaron principios de e-observación (Liang, 2007) ya que se trata de identificar las formas en las que se estructuran las “aulas virtuales” para las asignaturas híbridas y virtuales, así como las prácticas que realizan los docentes con respecto al uso de los MC.

Una vez identificados los prototipos de asignaturas híbridas y virtuales en los que se utilizan MC, se generan bases de datos con los registros de usos, y se están utilizando para el análisis algunos de los métodos correspondientes a la teoría fundamentada, descrita por (Punch, 2009) en particular, el principio de saturación teórica, que resulta bastante útil para identificar los usos que efectivamente se le están dando a los MC en las asignaturas híbridas y virtuales.

La estructura de las asignaturas en esta institución, limita la observación a 3 elementos principales en los que se puede utilizar el MC.

En primer lugar, se encuentran las piezas de contenido que constituyen cualquier fuente de información para el estudiante con respecto a los temas estudiados, estas piezas pueden estar en diferentes formatos (Texto, video, audio, imagen, esquemas) por lo que es necesario identificar en cuales de ellas se utiliza el MC y cuál es el uso que se le da en ella.

En segundo lugar, se encuentran las actividades de aprendizaje, que son conjuntos de acciones que realiza el estudiante con la finalidad de procesar la información de las piezas de contenido y que tienen generan un producto que será evaluado por el docente. Par identificar el uso que se le da al MC en este tipo de piezas es necesario identificar el propósito que tienen la Actividad de aprendizaje, así como las instrucciones que se le dan a estudiante para realizarla.

Y, en tercer lugar, se encuentran los elementos de planeación, que son todos los documentos que informan al estudiante sobre el programa de la asignatura (Temas, objetivos, competencias, forma de evaluación, forma de trabajo y referencias). En este tipo de documentos se podrían encontrar usos del MC que son utilizados como formas de estructurar, evaluar y diseñar cursos.

Para realizar la observación, así como el registro de los usos del MC se desarrolló una guía que permite observar tanto las actividades como los propósitos que persiguen e ir generando una base de datos adecuada para la clasificación de los usos:

La observación de las actividades de aprendizaje basadas en el MC consta de los siguientes pasos:

1. Se observan las actividades totales del curso
2. Se identifican y cuantifican aquellas actividades que expresen el uso del MC
3. Se identifican actividades en las que no se expresa el uso del MC, pero que existe la posibilidad de que se utilice, por ejemplo, todas aquellas en las que se solicita un esquema o realizar una exposición.
4. Una vez realizada la lista de actividades que utilizan el MC, se procede a revisar los propósitos que persigue la actividad, con la intención de identificar las finalidades, que posteriormente, ayudarán a generar la clasificación de usos.
5. Identificar si la actividad requiere el trabajo colaborativo o individual
6. Identificar los recursos en los que se utiliza el MC.
7. Identificar la forma en las que se está utilizando el MC en las piezas identificadas. En este punto es importante identificar aquellas piezas que han sido creadas por los diseñadores del curso y aquellas que fueron tomadas de Internet.

Para esta fase, se utilizó el principio de saturación teórica, para ello, una vez seleccionadas las y cuantificadas las asignaturas. Se tomaron grupos de 5 asignaturas al azar, en ellas se realizan los pasos de observación anteriormente descritos, de manera que podamos observar las finalidades y determinar un cierto número de usos. Una vez que se realizó este primer proceso de observación y se identificaron los usos, se tomó otro grupo de asignaturas y se realizó el proceso de observación y análisis.

Este proceso se repitió, en varias ocasiones, ampliando la búsqueda en aquellos momentos en los que se encontraba una nueva forma descrita de usos del MC. El proceso de búsqueda se detuvo en el momento en el que la mayoría de los grupos e asignatura presentaban datos poco relevantes a los listados generados previamente.

Parte importante de este proceso es la generación de tablas que permitieron concentrar los datos de las diferentes asignaturas.

Para el caso de las piezas de contenido, así como los elementos de la planeación, se siguieron estos pasos:

1. Se observan las actividades totales del curso
2. Se identificaron y cuantificaron aquellas piezas y documentos en las que está presente el MC
3. Se revisaron las funciones que cumple el MC dentro del documento o pieza de contenido, de manera que se identifiquen los usos que se le han dado.
4. Se generaron clasificaciones de los usos propuestos para el MC en piezas de contenido y documentos de planeación

Al igual que con las actividades de aprendizaje, se utilizó el principio de saturación teórica, para ello, una vez seleccionadas las y cuantificadas las asignaturas. Se tomaron grupos de 5 asignaturas al azar, en ellas se realizan los pasos de observación anteriormente descritos, de manera que podamos observar los usos del MC en las piezas y documentos revisados. Una vez que se realizó este primer proceso de observación y se identificaron los usos, se tomó otro grupo de asignaturas y se realizó el proceso de observación y análisis.

Este proceso se repitió, en varias ocasiones, ampliando la búsqueda en aquellos momentos en los que se encontraba una nueva forma descrita de usos del MC. El proceso de búsqueda se detuvo en el momento en el que la mayoría de los grupos e asignatura presentaban datos poco relevantes a los listados generados previamente.

Parte importante de este proceso es la generación de tablas que permitieron concentrar los datos de las diferentes asignaturas.

3 Resultados

Se ha podido observar que, de un total de 91 asignaturas, solamente el 46% utilizan el MC en al menos una ocasión, ya sea en actividades de aprendizaje, piezas de contenido o elementos de planeación, esto implica que el MC es una herramienta a la que se recurre con frecuencia, sin embargo, no está predominantemente presente en las asignaturas.

Fue posible identificar que solamente el 19 % de las asignaturas se utilizó el MC como parte de las piezas de contenido proporcionadas a los estudiantes, esto implica que es una forma de presentar contenido que se utiliza en muy pocas ocasiones. Dentro del 12 % que utilizan el MC como recurso, el promedio de MC utilizados es de 1.4, siendo el mínimo de 1 y el máximo de 2 recursos.

Los usos que se le dan al MC dentro de las piezas de contenido, son simplemente de síntesis, es decir, se utiliza como una forma de resumen o esquema en el que se presenta la información que fue explicada previamente, por lo que no existe variedad ni novedad en las formas de uso del MC. Es importante expresar que no se encontraron modelos de conocimientos basados en mapas conceptuales entre los recursos de estas asignaturas.

Se pudo observar que no existen casos de asignaturas en las que el MC se utilice en documentos de planeación, es decir que se excluyen todos los usos que implican la ayuda a la planeación o evaluación de procesos de aprendizaje en asignaturas. Esto supone que los usos innovadores como *itinerarios de aprendizaje* propuestos por Cañas & Novak (2010), o la sugerencia de utilizarlo como evaluación de aprendizaje en cursos propuesto por Aguilar Tamayo, no se encuentran presentes en las asignaturas observadas.

En el caso de las asignaturas en las que se utiliza el MC como actividad de aprendizaje los números son más alentadores. Del total de asignaturas observadas, el 46% utilizan MC como actividad de aprendizaje. Dentro de estas asignaturas el promedio de actividades que implican al MC es de 1.3 por asignatura. Siendo 1 la menor y 6 la cantidad mayor de actividades de en las que se solicita a los estudiantes que elaboren un MC.

Sin embargo, se observó que el 100% de las actividades de aprendizaje en las que se utiliza el MC, están planteadas como actividades individuales, esto implica que no se han diseñado actividades que permitan la

negociación de significados, ni la colaboración en la construcción de nuevos significados dentro de este tipo de asignaturas.

Con respecto a las finalidades que se persiguen en las actividades de aprendizaje, la mayoría de las actividades buscan que el estudiante realice acciones de síntesis o resumen e identificación de conceptos, también es relevante el uso en tareas de comprensión e identificación de conceptos relevantes.



Gráfico 1: Gráfica que muestra el porcentaje de usos del mapa conceptual como actividades de aprendizaje

Estas finalidades que se describen dentro de las actividades de aprendizaje, en su mayoría pueden ser englobados en los usos que Cañas y Novak establecen como: facilitar la comprensión de las lecturas, extraer el significado de trabajos, o bien dentro del uso que Aguilar Tamayo propone como: facilitador para el aprendizaje.

Una situación que es importante reportar, es que el MC las asignaturas en las que aparece el MC como recurso, siempre aparece también como actividad de aprendizaje, es decir, a pesar de la alta capacidad esquemática que se atribuye al MC, no se ve presente como recurso en asignaturas en las que no se utilice como actividad de aprendizaje, lo que permite ver que los profesores que incorporan el MC lo hacen de diferentes formas.

4 Conclusiones

Aunque los resultados de esta investigación aún son parciales, las tendencias que se muestran son bastante claras:

En primera instancia, la capacidad esquemática del MC, no se ha explotado de las formas en las que se esperaría en este tipo de entornos, en los que la ausencia de clases por parte de los profesores podría ser solventada en gran medida por esquemas que ayuden a sintetizar y centrar la atención de los estudiantes por medio de esquemas, en entre ellos el MC, siendo una herramienta bastante útil para representar relaciones entre conceptos.

La ausencia de usos innovadores del MC en piezas de contenido implica varias preguntas ¿Cuáles son los factores que limitan los usos del MC en esta parte de los cursos? ¿Es la falta de conocimiento de las potencialidades del MC lo que ha limitado su uso? ¿Por qué se ha limitado el uso del MC a la síntesis de temas ya expuestos?

Esta ausencia puede ser causada por muchos factores, que por el momento no se han estudiado en esta investigación, sin embargo, se puede pensar que la falta de destreza en la construcción de MC por parte de los docentes puede jugar un papel fundamental. Otra situación que puede abonar a la falta de utilización del MC como recursos, es la abundante presencia de textos digitalizados y videos, como medio principal para presentar la información, lo que coloca a los esquemas como herramientas de segunda o tercera opción.

En segunda instancia, la ausencia del MC en documentos de planeación, permite observar que estos usos no están lo suficientemente difundidos o aceptado por los docentes, los usos en tareas de evaluación de cursos, o de planeación mediante itinerarios de aprendizaje que pudieran ser una respuesta en entornos de navegación libre e interactiva deja bastantes retos para quienes encontramos en el MC potencialidades más allá de las meramente esquemáticas y visuales.

En tercera instancia, se puede observar que, si bien es cierto que el MC es utilizado como actividad de aprendizaje en tareas que pueden encajar en el uso que Aguilar Tamayo establece como Facilitador para el aprendizaje, parece que se ha subutilizado el MC, relegando su función a procesos de carácter individual, son actividades cognitivas bastante limitadas con respecto a las potencialidades del MC.

Aunque los resultados parciales de esta investigación impiden determinar los factores que generan esta subutilización del MC como actividad de aprendizaje, es necesario considerar que existen factores que pueden representar una explicación a este fenómeno: el primer factor a considerar es la formación docente, que puede limitar las posibilidades que los docentes ven en el MC, así mismo, la falta de una formación adecuada puede ser la responsable de la ausencia de actividades de carácter colaborativo en este tipo de cursos.

Con todos estos datos, podemos identificar que, de los 8 usos propuestos por Aguilar Tamayo (Esquema general, Herramienta de diagnóstico, Instrumento de evaluación, Negociación de significados, Organizador previo, Herramienta para la investigación, Facilitador de aprendizaje y Método de estudio), solamente están presentes dos, el de esquema general dentro de las piezas de contenido y el de facilitador del aprendizaje. El resto de usos no se encuentran reflejados dentro de los elementos del diseño de las asignaturas híbridas o virtuales.

Si contemplamos la clasificación planteada por Cañas y Novak, podemos encontrar que solamente se pueden observar 3 usos de los 17 propuestos:

- 1- Aclarar ideas claves: en todas las actividades que implican comprensión, síntesis, identificación de conceptos, así como en las piezas de contenido en las que se utiliza como organizador para resumir o sintetizar temas ya expuestos.
- 2- Detectar errores de concepto: en las actividades que se solicita diferenciar conceptos o explicar conceptos
- 3- Como base para continuar descubriendo y creando, en las piezas y actividades que tienen como finalidad trabajar en la técnica del MC o en las que se utiliza como organizador visual

Aunque por el momento los resultados pertenecen a una sola Universidad en México, es posible que la ampliación de este estudio a otras universidades que trabajan en entornos virtuales de aprendizaje, nos permita tener un panorama más completo de la forma en la que realmente se está utilizando el MC, más allá de las posibilidades teóricas que se han planteado y por ende generar un programa de formación y de difusión que permita hacer un mejor uso de MC en los cursos desarrollados en entornos virtuales de aprendizaje, así como proponer mejoras técnicas que promuevan la construcción colaborativa en línea de MC.

Referencias

Aparecida D, G., De-Souza, J.A., Vergara N, E., Ulbricht, V. & Flores, A. (2010). Mapas Conceptuales, Enseñanza de Lógica y Educación a Distancia. En J. Sánchez I., A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping*. Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.

- Arias M, A.C. & Chacón R, M. (2010). Integración de Mapas Conceptuales a Plataforma e-Learning. En J. Sánchez I., A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping*. Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Aguilar Tamayo, M. F. (2006). Origen y Destino del Mapa Conceptual. Apuntes para una Teoría del Mapa Conceptual. En A. Cañas, & J. D. Novak, *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping* (págs. 461-468). San José, Costa Rica: Univ. de Costa Rica.
- Aguilar Tamayo, M. F. (2012). *Didáctica del Mapa Conceptual en la Educación Superior. Experiencias y Aplicaciones para Ayudar al Aprendizaje de Conceptos*. Cuernavaca: Juan Pablos Editor, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Basque, J. & Pudelko, B. (2014). The Effect of Collaborative Knowledge Modeling at a Distance on Performance and on Learning. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Basso S., L (2004). Teaching by Doing with Concept Maps: Integrating Plone and CmapTools. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Beltrame, W. A. (2014). Cmapped: una Propuesta de Ambiente Virtual de Aprendizaje basado en Mapas Conceptuales. En P. R. Correia, M. E. Malachias, A. J. Cañas, y J. D. Novak (Editors), *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J, Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., y Breedy, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2010). Itineraries: Capturing Instructors' Experience Using Concept Maps as Learning Object Organizers. In J. Sánchez, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Carmona S, E. J., Marrero, S., Nelson, J.C & Rubio R, E. (2006). Uso de Mapas Conceptuales como Soporte en Actividades de Gestión del Conocimiento en una Comunidad Virtual: Centro I+D+I. En A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José de Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Castillo Díaz, M. & Zorrilla Abascal, M.L (2014) Implementación de la Formación Multimodal en la UAEM: Etapa de Formación Docente. En *Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia*.
- Conceição, S.C. O., Desnoyers, C. A., Baldor, M.J. (2008). Individual Construction of Knowledge in an Online Community through Concept Maps. En A. J. Cañas, P. Reiska, M.K. Åhlberg & J. D. Novak (Editors) *Concept Mapping – Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Conceição, S. (2014). Learning Style and Critical Thinking in an Online Course that uses Concept Maps. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.

- Cury, D. & Andrade P., W. (2014). Cmpaas - una Plataforma de Servicios para la Construcción y Manipulación de Mapas Conceptuales. En P. R. Correia, M. E. Malachias, A. J. Cañas, y J. D. Novak (Editors), *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Engelmann, T & Kolodziej, R. (2012). Do Virtual Groups Recognize Situations in which it is Advantageous to Create Digital Concept Maps? En A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping*. Valletta, Malta: University of Malta.
- González B, M. P. (2008). E-learning Uses of Concept Maps. En A. J. Cañas, P. Reiska, M.K. Åhlberg & J. D. Novak (Editors) *Concept Mapping –Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Goyal, G., Prakash, V. & Manvi, S. S. (2006). Usage of Concept Maps in Dynamic Content Presentation for Online Learning System. En A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Ibarra Rodríguez, J. A. (2016). El Modelo De Conocimiento Basado En Mapas Conceptuales: Apuntes Metodológicos Para Su Construcción. Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Laanpere, M., Mastak, E. & Kippar, J., (2006). Integrating a Concept Mapping Tool into a Virtual Learning Environment: Pedagogical and Technological Challenges. En A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Layne, L., Gunawardena, C.N & Main, C. (2010). Enhancing Collaborative Problem Solving in Distance Education Courses using Web-based Concept Mapping. En J. Sánchez I., A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping*. Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Lehmuskallio, E., Lehmuskallio, J., Kaasinen, A. & Åhlberg, M. (2008). NatureGate Online Service as a Resource Source for CmapTools. En A. J. Cañas, P. Reiska, M.K. Åhlberg & J. D. Novak (Editors) *Concept Mapping – Connecting Educators. Proceedings of the third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Luckie, D. B., Harrison, S. H. & Eberth-May, D. (2004). Introduction to C-Tools: Concept Mapping Tools for Online Learning. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Mataruco D., E, Carnielo C., L.M., Frago S., I & Araújo, C.F (2014). La Comprensión y Sistematización de los Recursos de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de la Matemática a Distancia a Través de los Mapas Conceptuales. En P. R. Correia, M. E. Malachias, A. J. Cañas, y J. D. Novak (Editors), *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Méndez, J. (2009). Funciones del Asesor en Línea. Recuperado de: <http://asesorlin.blogspot.mx/>
- Modesto D, Í., Augusto P, C., Schuster S, L.A & Pereira E, M.B. (2008). A Framework to Help Constructing Distance Learning Activities on Concept Mapping for Education. En A. J. Cañas, P. Reiska, M.K. Åhlberg & J. D. Novak (Editors) *Concept Mapping – Connecting Educators. Proceedings of the third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Montero C., H. & Barbosa S., T. (2014). La Enseñanza de Mapas Conceptuales a Alumnos-Profesores en un Curso de Posgrado latu sensu Ofrecido a Distancia. En P. R. Correia, M. E. Malachias, A. J. Cañas, y J. D. Novak (Editors), *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y Aprendizaje: los Mapas Conceptuales como Herramientas Facilitadoras para Escuelas y Empresas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo Construirlos. Recuperado el 15 de septiembre de 2015, de <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps-spanish>

- Novak, J. D., & Gowin, B. D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Reynoso R, A. (2004). La Construcción de Mapas Conceptuales en Educación a Distancia. En A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Roweley, C. T. (2006). Teaching Diversity Online: Using Concept Maps to Enhance Learning Outcomes. En A. J. Cañas & J. D. Novak (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos. (2010). Modelo Universitario. México: UAEM. Recuperado de: http://www.uaem.mx/sites/default/files/secretaria-general/rectorado-2007-2012/menendez_samara_60.pdf
- Villalobos H., M. M., Torres V., S.A, Barona R. C. B (2014). El Uso de Mapas Conceptuales en el Análisis e Interpretación de los Resultados de Investigación. El Proceso de Formación de Docentes-Tutores Virtuales. En P. R. Correia, M. E. Malachias, A. J. Cañas, y J. D. Novak (Editors), *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping*. Santos, Brazil: Univ. de São Paulo.
- Yanzer C., A. R., Dal'Col Z., C. M. & Nicolao, M (2004). Use of Conceptual Maps in Distance Learning Courses. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Editors) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

WHAT ARE MY STUDENTS LEARNING WHEN THEY CONCEPT MAP?

Alberto J. Cañas¹ & Priit Reiska²

¹Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA

²Tallinn University, Estonia

Email: acanas@ihmc.us, priit.reiska@tlu.ee

Abstract. Concept maps are used by educators all over the world as a learning tool. In addition to help learn subject-matter content, concept mapping is considered to develop higher-order thinking skills. However, concept mapping is used most commonly as an assessment tool, and set within an activity that usually does not involve learning. Depending on how instructors use concept mapping with their students, they can facilitate increased learning of both subject-matter content and higher-order thinking skills, or it can be an activity with little impact in the students' learning. In this paper we discuss under what conditions concept mapping can lead to learning, and what it takes for the students to get there.

Keywords: concept maps, higher-order thinking skills, learning, subject-matter content knowledge

1 Introduction

Since its invention in the 1970s by Joseph Novak and his research team at Cornell University (Novak & Gowin, 1984), concept mapping has been proposed as a learning tool. Numerous studies have shown how concept mapping can enhance learning (Khodadady & Ghanizadeh, 2011; Martínez, Pérez, Suero, & Pardo, 2013) and our experience corroborates that, when used properly, concept maps are a valuable learning tool. Concept mapping has also been examined and used extensively as an assessment tool in many subject areas (e.g., Anohina-Naumeca, 2015; Buldu & Buldu, 2010; Jacobs-lawson & Hershey, 2002; McClure, Sonak, & Suen, 1999; Reiska, Soika, & Cañas, 2018; Robinson, 1999; Ruiz-Primo; Stoddart, Abrams, Gasper, & Canaday, 2000; Walker & King, 2003). In this paper we are interested in the use of concept mapping for learning. More so, we are interested in what is it that we learn when we construct a concept map? We propose that the amount and type of learning depends on how the concept mapping construction takes place.

2 Higher-Order Thinking Skills vs Subject-Matter Content

The TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) assessment framework (Mullis & Martin, 2013) defines two kinds of domains: (1) content domains (subject knowledge) and (2) cognitive domains (thinking processes). In the TIMSS framework, content domains include subjects such as mathematics, biology, physics, chemistry, and social studies. The cognitive domains include knowing, applying and reasoning. They conceive knowing as a student being able to recognize concepts, relationships etc., recall and describe them and can give examples. The second cognitive domain, applying, regards the student as being able to apply “knowledge of facts, relationships, processes, concepts, equipment, and methods in context” (Mullis & Martin, 2013, p. 56). The third cognitive domain, reasoning, means that student can “analyze data and other information, draw conclusions, and extend their understandings to new situations. In contrast to the more direct applications of science facts and concepts exemplified in the applying domain, items in the reasoning domain involve unfamiliar or more complicated contexts” (Mullis & Martin, 2013, p. 56).

The authors of the TIMSS 2015 Science Framework are of the opinion that the cognitive domain can't be assessed in isolation, but must be assessed in context of the content domain (Mullis & Martin, 2013). Tricot & Sweller (2014) are of the same opinion. They distinguish between two domains: domain-specific knowledge and domain-general knowledge. They define domain-specific knowledge as memorized information and domain-general knowledge “can be used to solve any problem in any area” (ibid, p. 279). They conclude that teaching only domain-general knowledge is not possible and at schools should continue to focus mainly on domain-specific knowledge.

As Agarwal (2018) has stated, educators and researchers have long argued whether higher-order learning can be developed directly or whether, as in progressing through Bloom's Taxonomy, it needs to be based on factual knowledge. She (ibid, , p. 1) found out that “students' higher-order learning increases most from higher-order retrieval practice, or no-stakes quizzes with complex materials that engage students in bringing what they know to mind.

Although fact quizzes were beneficial for fact learning, they did not facilitate higher-order learning, contrary to popular intuition based on Bloom’s taxonomy.”

In this paper, we’ll refer to the content domains, the domain-specific domains and factual knowledge as subject-matter knowledge, while we’ll include the cognitive domains, domain-general knowledge and higher-order learning within the broader higher-order thinking skills (HOTS) term.

3 Learning while Concept Mapping

As stated earlier, learning occurs on two domains, subject-matter content and higher-order thinking skills. We will first analyze the learning of subject-matter content and then expand to learning and exercising higher-order thinking skills.

3.1 Learning Subject-Matter Content

Anywhere during the progress of a teaching/learning unit or module, the instructor might ask students to carry out concept mapping (Cmapping) activities. There are many types of Cmapping activities or tasks that the instructor can choose from (Cañas, Novak, & Reiska, 2012; Ruiz-Primo, Shavelson, Li, & Schultz, 2001; Strautmane, 2012). The purpose of the activity, e.g. whether it involves learning or assessment, is individual or in groups, helps the instructor determine the type of activity. For example, it could consist of asking to students to construct a Cmap starting from a given list of concepts or a focus question to answer, in order to assess prior knowledge at the beginning of the unit. This would help the instructor ascertain which students have problems with concepts that should already be understood and which students already understand concepts that are to be covered in the unit (Mason, 1992; Rebich & Gautier, 2005). In this case, students would be expected to construct a concept map based on their prior knowledge, so no learning is expected. Similarly, students could be asked at the end of a unit to perform a Fill-in-Cmap task (Schau, Mattern, Zeilik, Teague, & Weber, 2001; Soleimani & Nabizadeh, 2012), where a previously constructed Cmap on the subject-matter has some of the concepts and/or linking phrases left black and the student needs to fill in the blanks. This is meant to be an assessment task, not a learning task, and so there is no learning of any kind expected or involved. Similar type of assessments, such as presenting Cmaps with errors for students to correct, or multiple-choice Cmaps (Correia, Cabral, & Aguiar, 2016; Moon, Johnston, & Moon, 2018) don’t result in any learning either.

Subject-matter learning would be expected if the instructor asks students, for example, to construct a concept map about a particular topic and gives them time to consult other resources (the Web, textbook, peer students, etc.) during construction of the concept map. Students will need to study and learn aspects of the subject-matter that they don’t fully know or understand and that prevent them from completing the Cmap. As the student constructs the Cmap, subject-matter learning takes place. Selecting the concepts that go in the map, analyzing their relationships to determine the most appropriate linking phrases, and defining the hierarchical relationship between the concepts, for example, requires understanding the subject-matter and most likely involves learning.

Figure 1 shows a “subject-matter knowledge” line that depicts the amount of subject-matter knowledge a student, or group of students, have on a topic. The further right on the line, the more subject-matter knowledge. On the left endpoint is the subject-matter knowledge that students have about the unit’s topic at the beginning of the unit. Along the middle is the subject-matter knowledge expected at end of the unit.

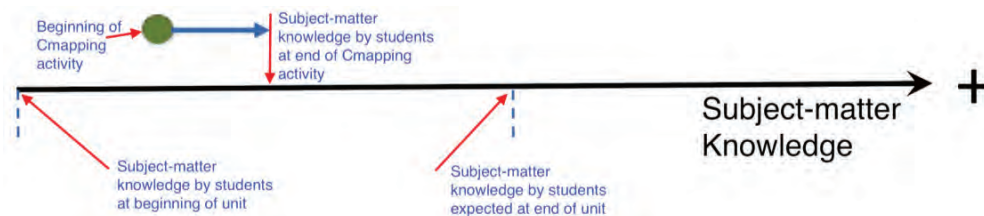


Figure 1. Students’ subject-matter knowledge about a particular topic increases as a result of a Cmapping activity.

As discussed above, a Cmapping activity that involves constructing a concept map will most likely result in an increased understanding of the subject-matter, that is, will result in subject-matter learning. The green circle in Figure 1 shows the subject-matter knowledge at the beginning of a Cmapping activity, and the arrow depicts the “amount” of learning resulting from the activity. How much learning takes place (i.e. the length of the arrow) depends on many aspects, including the way the Cmapping activity is set up. We’ll discuss these below.

3.2 Learning and Exercising Higher-Order Thinking Skills

During the construction of a concept map, the organization of the concepts and construction of the propositions is an iterative process where the concepts are moved around, modified, added and deleted and the linking phrases are added and refined. The map constructor at this point is constantly analyzing – a higher-order thinking skill – whether the latest (or next) actions (move the nodes around, add a linking phrase, etc.) best represents his or her understanding of the topic. Time is often spent on thinking which of several possible linking phrases best reflects the relationship between two concepts. The linking phrases are often replaced by a better alternative, concepts may be added, deleted, or moved around, and the big ideas – the most relevant concepts of the map – may become evident as the map is constructed, if they haven’t already. This construction and refinement process is one of reflective thinking, a higher-order thinking skill. Thus, during of the construction of a concept map, not only subject-matter content is learned, but higher-order thinking skills are learned and exercised.

Figure 2 shows the subject-matter knowledge line from Figure 1 in the x-axis, and has at the y-axis a similar higher-order thinking skills line, where moving up the y-axis implies increased higher-order thinking skills. This higher-order thinking skills line has a different time frame than the x-axis. While the x-axis represents the subject-matter knowledge for a unit, module or course, the development of higher-order thinking skills is assumed to be long-term, skills that are aggregated through different subjects and throughout the years. In the graph on the left, the green circle is at a position that shows that there had been learning in both subject-matter content and higher-order thinking skills before the Cmapping activity began. For simplicity, in this paper we will normalize the Cmapping activity and have it start at the origin of the graph, as in the graph on the right in Figure 2. As in Figure 1, the length and slope of the line representing the increase in knowledge should be taken as an indication or approximation based on our experience and the literature and should not be taken literally.

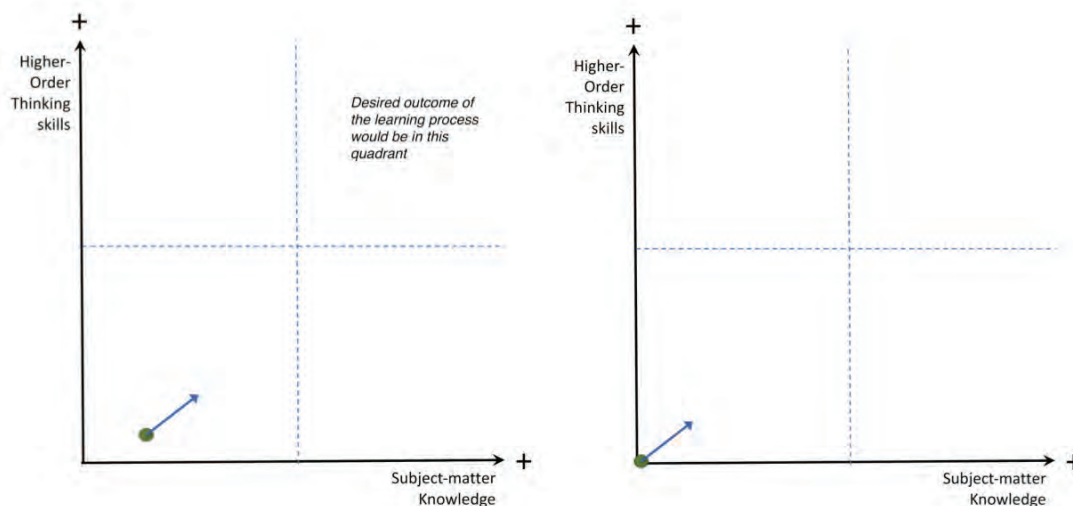


Figure 2. In the graph on the left, students’ subject-matter knowledge about a particular topic and higher-order thinking skills increases as a result of a Cmapping activity during the development of a unit. On the graph on the right, we have moved the Cmapping activity to the origin of the graph, and we’ll use this representation throughout the paper.

The development and exercise of higher-order thinking skills during a Cmapping activity, just as with the learning of subject-matter content, depends on the settings for the Cmapping activity. We will discuss three sets of conditions: (a) the instructions given to students, (b) how good Cmappers the students (and instructor) are, and (c) whether concept mapping is done as a process.

4 Cmapping Activities

4.1 Task Conditions

Every Cmap should respond to a focus question (Novak & Cañas, 2008), which provides the reference or context for the map, and guides the students who should make sure the Cmap responds to the question. Unfortunately, very often the students are not provided a focus question, and left to ‘guess’ what the instructor really wants on the map. By having a focus question to work with, and knowing the instructor will be assessing whether the Cmap responds to the question, guides the student to ask him or herself, “does the concept map answer the focus question?”, a process that requires not only reflective thinking, but also evaluation, two higher-order thinking skills.

In addition, a dynamic focus question may lead to more explanatory concept maps (Derbentseva, Safayeni, & Cañas, 2006a) and cyclic concept maps (Safayeni, Derbentseva, & Cañas, 2005). A dynamic focus question usually provokes concepts being events instead of objects, which leads to dynamic propositions, resulting in explanatory instead of descriptive concept maps, which are considered to show deeper understanding (Cañas & Novak, 2006). By providing a good focus question, the instructor is able to lead the students to construct explanations – a higher-order thinking skill – which requires deeper understanding, and thereby lead to increased subject-matter learning.

Providing the student with the root concept of the concept map as a starting point is not a common condition even though research has shown that providing a quantified root concept has a stronger effect on the resulting concept map than providing a corresponding focus. Furthermore, providing both a dynamic focus question and a quantified root concept leads to more dynamic thinking and results in explanatory concept maps (Derbentseva, Safayeni, & Cañas, 2006b), again requiring that the student provide explanations instead of descriptions and leading to increased subject-matter learning.

Besides providing a focus question, a root concept, or both, the instructor can give the students a list of concepts to include in the concept map, as we mentioned in a previous section. The list of concepts could be used to assess prior knowledge, in which case no learning is expected. Or they could be concepts being introduced in the unit or module, maybe complemented by concepts students should already comprehend, and the students must construct the Cmap as they learn how the concepts are related as they aim to answer the focus question. It is not clear whether there is more learning of subject-matter content of higher-order thinking skills when provided by a list of concepts, but experience and research has shown that the same students construct better maps when given a list of concepts than under no conditions, and better maps than when provided with a text that includes the concepts (Soika, Reiska, & Mikse, 2012).

Figure 3 depicts how much learning of subject-matter content and development and exercise of higher-order thinking skills can be expected from the construction of a single concept map. Even with a good focus question, other conditions have a higher impact on the amount of learning that takes place during a Cmapping activity, as is discussed below.

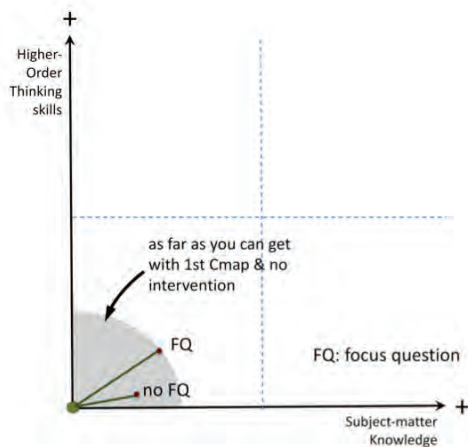


Figure 3. The learning in subject-matter content and development and exercise of higher-order thinking resulting from the construction of a single Cmap, with and without a good focus question, and no interventions.

4.2 Are My Students Excellent Cmappers?

Figure 3 assumes that the students can construct good Cmaps, more so excellent Cmaps as explained below, given a good focus question or root concept. However, our experience is that most students never reach the point as a Cmapper (a constructor of Cmaps) where they really use concept mapping as a learning tool and as a tool to develop higher-order thinking skills (Cañas, Reiska, & Möllits, 2017). In fact, we believe that Figure 3 is pretty optimistic in terms of what you can achieve with the construction of one single Cmap, as we will explain.

Cañas, Novak & Reiska (2015) introduced the distinction between good and excellent Cmaps, and thus good and excellent Cmappers. A good Cmap has a good structure and good content. An excellent Cmap, not only responds to the focus question, it explains the response in a clear fashion. Excellent Cmaps are explanatory, not descriptive. They are concise, and don't have superfluous concepts, linking phrases or propositions that are not relevant to the topic or don't help answer the focus question. They are clear and communicate the key ideas. Constructing an excellent Cmap requires a clear understanding of the topic being mapped. If the Cmapper is an expert in the subject area, then there might be no subject-matter learning involved. But if the Cmapper is a student who started building the map when he or she didn't know the subject, and the construction of the map was part of the learning process, then clearly subject-matter learning took place. We mentioned above that constructing a concept map involved higher-order thinking skills, including analyzing, reflective thinking, evaluation and explanations. Expressing knowledge in the most concise and explanatory way involves a high level of synthesis – a higher-order thinking skill. Good, well selected crosslinks, which link concepts from different subdomains of the concept map, are a key aspect of excellent Cmaps. Crosslinks are often considered to show broad understanding and have been referred to as representative of creative leaps on the part of the Cmap constructor and are considered important in the facilitation of creative thinking (Novak & Cañas, 2008), a higher-order thinking skill. Presence of good crosslinks in their Cmaps reflect broad understanding of the topic on the part of the students. Overall, constructing an excellent Cmap, particularly one for a topic which the student is learning, involves a substantial amount of higher-order thinking skills. Figure 3 actually reflects the learning, both in subject-matter content and higher-order thinking skills, for students who are Excellent Cmappers.

Getting to build good Cmaps is hard, and getting to build excellent Cmaps much harder. It takes time and practice to become an Excellent Cmapper. There is a learning curve in constructing Cmaps that is usually reflected in the concept map's size, as shown in Figure 4, which show the size of the Cmaps from the time persons starts concept mapping to the time they reach Excellent Cmapper (Cañas et al., 2017). New users who are learning what Cmaps are about and possibly at the same time learning how to use the software tool to construct them will initially build small maps. Often the initial struggle is figuring out what concepts are, what are linking phrases, and what are propositions. As they become more comfortable with the process of constructing a concept map, their maps become larger, as now the struggle is with the content. Users ask themselves what concepts are missing, and whether the concept map is large enough. Typically, at this point users are figuring out that coming up with the best linking phrase to construct a proposition is among the hardest parts of building a concept map. At this point are approaching the point where they can build Good Cmaps. In terms of Figure 4, they are still to the left of the dotted line.

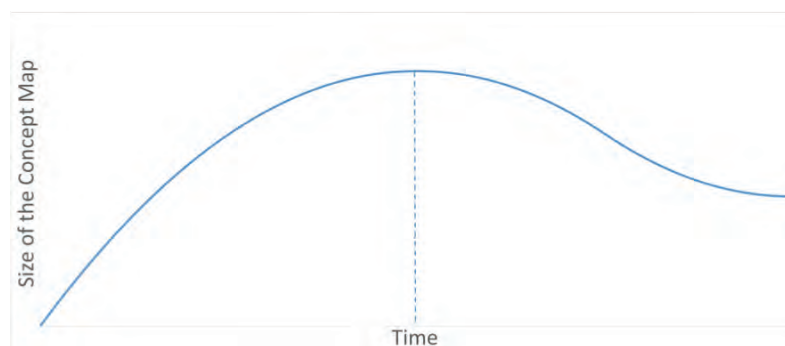


Figure 4. The time it takes to reach Excellent Cmapper as reflected in the size of the Cmaps built, from Cañas et al (2017).

Users who continue building concept maps, and who get feedback on their maps, will begin to spend time thinking about their maps in terms of the key features of Excellent concept maps: are the main, key concepts and ideas clearly represented? Does the map clearly respond to the focus question? Are all concepts and propositions relevant to the

topic and help answer the focus question? Are all relevant concepts included? Is every linking phrase the best option to express the relationship between the particular concepts? Could the same explanation be presented in a more concise map? As these questions become second nature to the Cmapper he or she is moving through the point in time depicted by the dotted line in Figure 4, becoming an Excellent Cmapper, and the mapping process now requires more of the higher-order thinking skills described above. The concept maps become smaller – in concept mapping, larger is not always better (Kinchin, 2014).

Unfortunately, most students never reach the tipping point of the curve, they remain to the left. This means that they don't benefit from the development and exercising of higher-order thinking skills and the learning of subject-matter content that excellent concept mapping can foster. Many authors have written that concept mapping is easy to learn and use (Fiedler & Salas; Wei & Yue, 2016). Bixler et al. (2015) report that when provided concept mapping in a modest dose, students were not able to improve critical thinking skills, but students perceived the process of concept mapping as easy to use and learn. But this simple construction is way at the left of the dotted line.

The most common use of concept mapping is for instructor's assessment of students' subject-matter content. Students are usually given one chance to draw the map, as part of an assignment or test, and the instructor evaluates it. Given the tendency of assessment rubrics to rely on structural measurements (Kinchin, 2014), students will figure this out and tend to build as large a concept map as possible with as many crosslinks as they can figure out. Seldom do they get any feedback on the quality of the maps, or the opportunity to revise them. Often, they are only given a few minutes of introduction on concept mapping before being asked to construct the concept maps. This setting does not lead to developing students as Excellent Cmappers, and leaves them on the left of the dotted line in Figure 4.

On the other hand, students who are given the opportunity to work on their maps as they learn the subject-matter and get feedback from the instructors and peers will begin to apply their higher-order thinking skills, resulting, for example in discriminating between key and irrelevant concepts, their maps becoming better built structurally and content-wise, and more precise, as was reported by Dowd, Duncan & Reynolds (2015). To make sure that their students are learning subject-matter content and developing and exercising higher-order thinking skills during their concept mapping sessions, instructors need to make sure they have the practice and support to become Excellent Cmappers.

4.3 *Concept Mapping as a Process*

Excellent student Cmappers can learn substantial subject-matter content and develop higher-order thinking skills while they individually construct their concept map, and not yet reach the full potential of concept mapping as a learning tool. To achieve the full potential, concept mapping in the classroom must be seen as a process, as part of the whole learning activity, and not as an isolated task.

Consider the case mentioned in a previous section, where at the beginning of the unit or module the instructors give their students a list of concepts and ask the students to construct a concept map with those concepts, as a way to assess prior knowledge. Let's assume that initial concept map was based on a good focus question. Now, what if those initial concept maps are not discarded, but used as part of the learning process for the unit. The students would get feedback on their concept map, and would be asked to enhance the map as they learn more about the subject-matter content. Most likely the concept map did not have all concepts well linked and integrated (i.e. it was not an Excellent Cmap), but it can be taken as the starting point to learn about the subject matter. The concept map could guide the search and for information, e.g. concepts that the students didn't know or understand well, and then content learned would be used to enhance the map, which would reflect the increased understanding and learning. If the software tool being used to construct the concept maps allows it, e.g. CmapTools (Cañas et al., 2004), resources and concept maps can be linked into a Knowledge Model. At the end of the unit, the concept map(s) (particularly when compared to the initial map), would be evidence of the learning that took place. Novak & Cañas (2004) refer to this as a New Model of Education. The construction of the concept map(s) is a *process*, it's not a single-shot action

There are many changes in the conditions in which a concept map is constructed that can lead to increase in learning of subject-matter content and higher-order thinking skills. One of them is having the concept map built in small groups of students. While constructing a concept map as a group, students must carry on a negotiation of meaning, in particular during the construction of propositions. This meaning negotiation, in fact, is one of the richest subject-matter content learning aspect of concept mapping, and leads to a constant argumentation, a higher-order

thinking skill, among students and between the student(s) and the instructor. We reflect this increase in learning in Figure 5. With the group work, the amount of subject-matter content and higher-order thinking learning would increase.

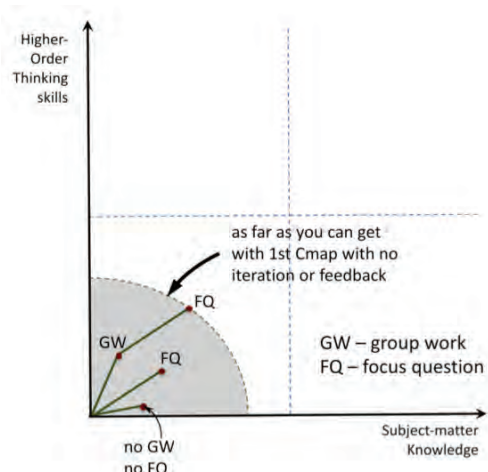


Figure 5. The learning in subject-matter content and development and exercise of higher-order thinking resulting from the construction of a single Cmap, without a focus question, with focus question, and group working with focus question, and no interventions.

Concept mapping as a process involves a series of interventions. Each of these interventions results in a subsequent modification to the concept map. An intervention could be a question that leads to the modification of the map. For example, as the students are building their concept maps, the instructor could come by and ask them questions about the map. Even when given a focus question, during the map construction other questions will arise, not only from the instructor, but also map constructors themselves or from fellow students that will lead to the expansion of the maps or construction of other maps. The process of construction should be a continuous questioning between the student and the instructor, a higher-order thinking skill.

We refer to one or more interventions and the subsequent modifications on the concept map as an iteration, such that concept mapping as a process is a series of iterations from the initiation of the construction of the concept maps to when they are done (which don't necessarily match the beginning and the end of the unit or module).

Different types of interventions can lead to different quality of iterations. For example, automated quantitative feedback on the structure or topology of the concept map could be considered a low-quality intervention. Simple feedback from the instructor would be a somewhat higher quality intervention. While an extensive group discussion on the content and structure of a concept map and whether it responds to the focus question would be a high-quality intervention. Iterations involving questioning, feedback and critique interventions by the instructor and peer students, together with group discussions on the concept maps constructed by teams of students, who are constantly collaborating and negotiating in their teams, can result in increased subject-matter content learning and increase development and exercising of higher-order thinking skills. Among other possible interventions, we include argumentation, searching for information, presentations, etc. Figure 5 shows how low-quality iterations result in little increases in learning while high-quality iterations will result in larger increases.

Even simple feedback can be motivating to students. In an experiment carried out by Miller et al (2010) with elementary school students in Panamá, students were so excited that experts remotely annotated their concept maps, that even if the feedback was just complimentary and not content-related, they were motivated to continue working and improve their maps, and their resulting Cmaps were just as good as those of students who received content-related feedback, in contrast with students who did not receive any feedback at all and did not feel motivated to continue working on their maps. Pérez Rodríguez et al (2006) report on the use of several iterations that involved peer feedback and commenting by groups of university students in a physics course, resulting in an increased learning compared to the traditional teaching method. Chiu et al (2000) found in an experimental study on collaboration during concept map construction that the greater the interaction, particularly high-level interaction processes, the better a group performed. And De Simone et al (2001) write that during a collaborative concept mapping study, participants said that concept

mapping provided them with clear, concrete feedback for self-evaluation and facilitated the role of group sharing and discussion, and suggested that groups should present their map to the whole class for critique. They wanted more feedback on what makes a good map, and constructive, ongoing feedback on both the mapping process and their subject-matter content understanding.

The combination of Excellent Cmappers with high-quality iterations leads to increased subject-matter content learning and development and exercising of higher-order thinking skills. It takes time to get students to construct excellent concept maps, and generating quality interventions also takes time, practice and experience. But once an instructor has all these conditions together, students during their concept mapping activities will be able to achieve the level of subject-matter content and higher-order skills learning on the top-right quadrant as shown in Figure 7.

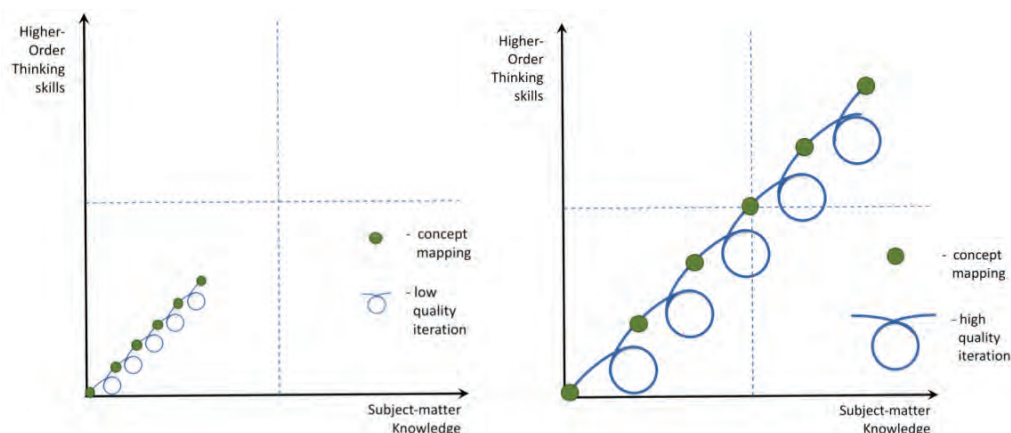


Figure 6. On the left, low-quality iterations result in small amounts of increased learning, while on the right high-quality iterations result in larger amounts of increased learning

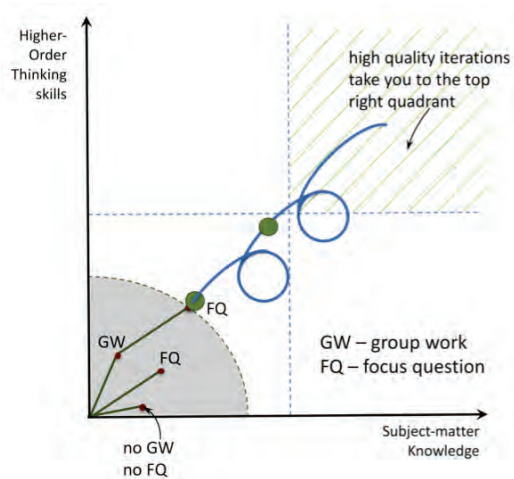


Figure 7. Excellent Cmappers learning through high-quality iterations can reach the top-right quadrant.

5 Conclusions

The literature and our own personal experience have taught us that concept mapping can lead to increased subject-matter content learning and to the development and exercise of higher-order thinking skills. But our experience has also shown us that in a large number of cases, the way concept mapping is used in the classroom does not lead to any of the two. In this paper we have discussed that the level of expertise of the students of concept mappers, together

with the type of conditions concept mapping takes place can make a difference in whether the concept map is being used as a learning tool or not. Taking the time to help the students become Excellent Cmappers, and planning the concept mapping activities as a series of iterations with high-quality interventions can result in not only increased learning of both subject-matter content and higher-order thinking skills, but increased participation, interest and motivation on the part of the students.

References

- Agarwal, P. K. (2018). Retrieval Practice & Bloom's Taxonomy: Do Students Need Fact Knowledge Before Higher Order Learning? *Journal of Educational Psychology. Advance Online Publication*. doi:10.1037/edu0000282
- Anohina-Naumeca, A. (2015). Justifying the Usage of Concept Mapping as a Tool for the Formative Assessment of the Structural Knowledge of Engineering Students. *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 56-72.
- Bixler, G. M., Brown, A., Way, D., Ledford, C., & Mahan, J. D. (2015). Collaborative Concept Mapping and Critical Thinking in Fourth-Year Medical Students. *Clinical Pediatrics*, 54(9), 833-839. doi:10.1177/0009922815590223
- Buldu, M., & Buldu, N. (2010). Concept Mapping as a Formative Assessment in College Classrooms: Measuring Usefulness and Student Satisfaction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2099-2104. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.288
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., . . . Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-Examining The Foundations for Effective Use of Concept Maps. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 494-502). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2012). Freedom vs. Restriction of Content and Structure during Concept Mapping - Possibilities and Limitations for Construction and Assessment. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology - Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 247-257). Valletta, Malta: University of Malta.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 7(1), 6-19.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 9(3), 348-365.
- Chiu, C.-H., Huang, C.-C., & Chang, W.-T. (2000). The Evaluation and Influence of Interaction in Network Supported Collaborative Concept Mapping. *Computers & Education*, 34(1), 17-25.
- Correia, P., Cabral, G., & Aguiar, J. (2016). Cmaps with Errors: Why Not? Comparing Two Cmap-Based Assessment Tasks to Evaluate Conceptual Understanding. In A. J. Cañas, P. Reiska, & J. D. Novak (Eds.), (pp. 1-15): Springer, Cham.
- De Simone, C., Schmid, R. F., & McEwen, L. A. (2001). Supporting the Learning Process with Collaborative Concept Mapping using Computer-based CommunicationTools and Processes. *Educational Research & Evaluation*, 7(2-3), 263-283.
- Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, A. J. (2006a). Concept Maps: Experiments on Dynamic Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3).
- Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, A. J. (2006b). Two Strategies for Encouraging Functional Relationships in Concept Maps. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 582-589). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

- Dowd, J. E., Duncan, T., & Reynolds, J. A. (2015). Concept Maps for improved Science Reasoning and Writing: Complexity isn't Everything. *ICBE-Life Sciences Education*, 14(4), ar39.
- Fiedler, R. L., & Salas, E. *Concept Mapping: How To Help Learners Visualize Knowledge*. Retrieved from <http://s3.amazonaws.com/publicationslist.org/data/fiedler/ref-11/fiedlersalasAECT.pdf>
- Jacobs-lawson, J. M., & Hershey, D. A. (2002). Concept Maps As an Assessment Tool in Psychology Courses. *Teaching of Psychology*, 29(1), 25-29.
- Khodadady, E., & Ghanizadeh, A. (2011). The Impact of Concept Mapping on EFL Learners' Critical Thinking Ability. *English Language Teaching*, 4(4), 49-60. doi:10.5539/elt.v4n4p49
- Kinchin, I. M. (2014). Concept Mapping as a Learning Tool in Higher Education: A Critical Analysis of Recent Reviews. *The Journal of Continuing Higher Education*, 62(1), 39-49.
- Martínez, G., Pérez, Á. L., Suero, M. I., & Pardo, P. J. (2013). The Effectiveness of Concept Maps in Teaching Physics Concepts Applied to Engineering Education: Experimental Comparison of the Amount of Learning Achieved With and Without Concept Maps. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 204-214. doi:10.1007/s10956-012-9386-8
- Mason, C. L. (1992). Concept Mapping: A Tool to Develop Reflective Science Instruction. *Science Education*, 76(1), 51-63.
- McClure, J. R., Sonak, B., & Suen, H. K. (1999). Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 475-492. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4<475::AID-TEA5>3.0.CO;2-O
- Miller, N. L., Cañas, A. J., Alves-Rosa, F., Ceballos, E., León, C., & Santana, D. (2010). Impacto de Retroalimentación Remota a Mapas Conceptuales Elaborados por Estudiantes del Proyecto Conéctate. In J. Sánchez, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*. Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Moon, B., Johnston, C., & Moon, S. (2018). *A Case for the Superiority of Concept Mapping-Based Assessments for Assessing Mental Models*. In: A. J. Cañas, P. Reiska, C. Zea & J. D. Novak (Eds), *Concept Mapping: Renewing Learning and Thinking. Proceedings of the 8th Int. Conference on Concept Mapping*, Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks: TIMSS & PIRLS International Study Center*.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2004). Building on Constructivist Ideas and CmapTools to Create a New Model for Education. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Pérez Rodríguez, A. L., Suero López, M. I., Pardo Fernández, P. J., & Montanero Fernández, M. (2006). Utilización de Mapas Conceptuales para Mejorar los Conocimientos Relativos a la Corriente Eléctrica Continua mediante su "Reconstrucción Colaborativa" In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology: Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Rebich, S., & Gautier, C. (2005). Concept Mapping to Reveal Prior Knowledge and Conceptual Change in a Mock Summit Course on Global Climate Change. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 355-365.
- Reiska, P., Soika, K., & Cañas, A. J. (2018). Using Concept Mapping to Measure Changes in Interdisciplinary Learning during High School. *Knowledge Management & E-Learning*, 10(1), 1-24.
- Robinson, W. R. (1999). A View from the Science Education Research Literature: Concept Map Assessment of Classroom Learning. *Journal of Chemical Education*, 76(9), 1179.

- Ruiz-Primo, M. A. (2004). Examining Concept Maps as an Assessment Tool. In: *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Spain, pp. 555-563
- Ruiz-Primo, M. A., Shavelson, R. J., Li, M., & Schultz, S. E. (2001). On the Validity of Cognitive Interpretations of Scores from Alternative Concept-Mapping Techniques. *Educational Assessment*, 7(2), 99-141.
- Safayeni, F., Derbentseva, N., & Cañas, A. J. (2005). A Theoretical Note on Concept Maps and the Need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741-766.
- Schau, C., Mattern, N., Zeilik, M., Teague, K. W., & Weber, R. (2001). Select-and-Fill-In Concept Map Scores as a Measure of Students' Connected Understanding of Science. *Educational and Psychological Measurement*, 61(1), 136-158.
- Soika, K., Reiska, P., & Mikse, R. (2012). Concept Mapping as an Assessment Tool in Science Education. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 127-134). Valletta, Malta: University of Malta.
- Soleimani, H., & Nabizadeh, F. (2012). The Effect of Learner Constructed, Fill in the Map Concept Map Technique, and Summarizing Strategy on Iranian Pre-University Students' Reading Comprehension. *English Language Teaching*, 5(9), 78-87. doi:10.5539/elt.v5n9p78
- Stoddart, T., Abrams, R., Gasper, E., & Canaday, D. (2000). Concept Maps as Assessment in Science Inquiry Learning--A Report of Methodology. *International Journal of Science Education*, 22(12), 1221-1246.
- Strautmane, M. (2012). Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and their Scoring Criteria: An Overview. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 80-88). Valletta, Malta: University of Malta.
- Tricot, A., & Sweller, J. (2014). Domain-Specific Knowledge and Why Teaching Generic Skills Does Not Work. *Educ Psychol Review*, 26, 265-283. doi:10.1007/s10648-013-9243-1
- Walker, J. M. T., & King, P. H. (2003). Concept Mapping as a Form of Student Assessment and Instruction in the Domain of Bioengineering. *Journal of Engineering Education*, 19(2), 167-179.
- Wei, W., & Yue, K.-B. (2016). Using Concept Maps to Teach and Assess Critical Thinking in IS Education.

A PROPOSED SYSTEM FOR CONCEPTUAL REPRESENTATION

Shaimaa Salah Abbas¹, Ahmed Sharaf Eldin² & Adel Elsayed³

¹Helwan University, Egypt

²Helwan University and Sinai University, Egypt

³Learning Systems, Inc., UK

Email: Shaimaa_it@yahoo.com, profase2000@yahoo.com, a.elsayed@learningsi.net

Abstract. Concept mapping is an evolving approach for knowledge representation. Most of the existing concept mapping tools doesn't allow users to query the generated graph for retrieving concepts, relations or even patterns. In this paper, a system is proposed to create concept maps from normal text. The proposed system consists of a number of stand-alone modules which can operate independent of one another, but the output of some feeds is an input to others. The proposed system produces a dynamic graph that can be expanded and modified. It also allows user to query the graph by searching for specific concept(s) as well as specific relationship type or a given pattern same way like the traditional DBMS. The proposed system uses a graph DBMS (Neo4j) where all concepts, relationships and properties are stored in the graph database. It uses Cypher query language to create, alter, drop and search the graph elements. The generated graph is node-Arc graph. Although cypher language is used by developers because it needs some experience or training, it is much similar to the traditional SQL. For normal users, the interface of the system is very simple and the cypher language can be ready extracted by utilizing the Arrow tool website where the user drag and drop nodes and relationships and also identifies the properties of each node same way like other concept map tools but the difference is that after finalizing the graph, there is an option in the tool where the user can export the Cypher code. then the user can run the exported code into the Neo4j GDBMS.

Keywords concept mapping, knowledge representation, Cypher, query language, database

1 Introduction

Stewart (1979) defined concept maps as a structural way of representing relationships among concepts of a discipline, or a part of a discipline (Stewart, 1979). Stewart highlighted that concept maps, due to its flexibility, are utilized as curricular tools, instructional tools, or as evaluation tools. Novak, Bob Gowin & Johansen (1983) defined concept maps as a research tool and instructional technique that can be utilized for an effective meaningful learning. According to Ausubel's learning theory, the researchers stated that meaningful learning is achieved when learners are able to relate new knowledge to relevant concepts they own (Novak, Bob Gowin, & Johansen, 1983). Construction of concept maps includes the use of labeled concepts framed in circles or rectangles, linking words, that could be prepositions, placed on connecting directed/simple arrows to connect one concept to another, and may include the use of some graphical visualization of concepts (Åhlberg & Ahoranta, 2004). The map is usually organized in a clear simple hierarchy. Most of the concept map researches focus on the construction and development of concept maps (Cañas, Valerio, Lalinde-Pulido, Carvalho, & Arguedas, 2003; S.-M. Chen & Bai, 2010; S.-M. Chen & Sue, 2013; Coffey, Reichherzer, Owsnick-Klewe, & Wilde, 2012; Ke, 2013; Qasim, Jeong, Heu, & Lee, 2013; Valerio Arbizu, 2014) as well as evaluation of concept maps as an effective learning tools (Ben Salem, Cheniti Belcadhi, & Braham, 2013; Jetter & Kok, 2014; Kibar, Yaman, & Ayas, 2013; Kumaran & Sankar, 2013; Watson, Pelkey, Noyes, & Rodgers, 2016). Sharaf Eldin, Elsayed, Nasr, & Thabet (2013) proposed a new tool named ADS (Conceptual, Delivery, Student) for representing concepts and relationships of data models within a given framework. The implemented tool was tested in lectures delivery. Results indicated that the proposed tool was found to be more efficient than the utilization of normal lectures delivery method. Also, the utilization of the proposed tool decreased the gap in exam grades between students with different levels (Sharaf Eldin, Elsayed, Nasr, & Thabet, 2013).

In this study, Graph Databases and Cypher Graph Database Query Language are utilized for the construction of concept maps. In graph database, relations are the main focus of the graph data model. Data is represented in nodes and relationships. Each node represents an entity / attribute. Each node physically contains a list of relationship records to other nodes. Those relationship records in the graph model are organized by type and direction and may contain additional attributes. Neo4j software is one of the leaders of the existing graph databases. Cypher Graph Database Query Language is a declarative pattern matching query language. It has a SQL-like syntax. It was designed for graph traversals. All about patterns in graph.

2 General Research Approach

2.1 The System

The system consists of a number of stand-alone modules. These modules should be able to operate independent of one another, but the output of some feeds is an input to others. In the current study, we started the development of the system by customizing the system to be developed using GDBMS (Neo4j) as shown in Figure 1. A brief description of these modules will be explained in the next sections.

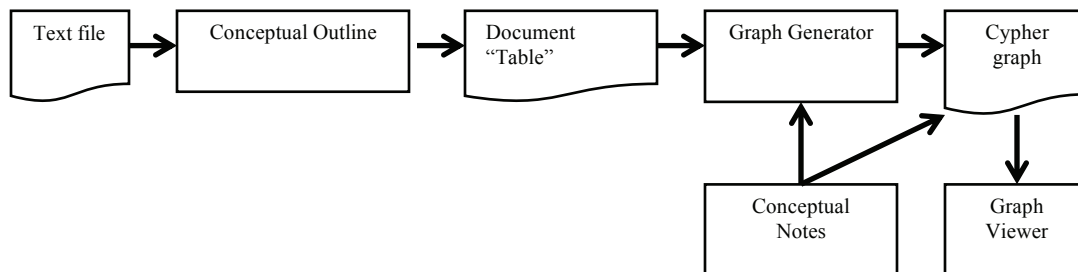


Figure 1: The proposed system modules using GDBMS

2.2 Conceptual Outline

This stage enables a user to read text from a file in order to extract the main concepts and incorporate them in appropriate propositional forms. While the concepts are directly extracted from the text, the relationships used in constructing the propositional forms (the predicates) will have to be provided by the user and are not usually extracted from the text. After generating a number of propositions, the user may want to combine some of them in conceptual statements e.g. causal statements or reasoning statements. In this case, after deciding on the appropriate conceptual statement to use, the user will have to allocate the propositions to the corresponding conceptual construct of the statement. For example, a statement like: ‘after the burner was ignited, hot air started to inflate the envelope of the hot air balloon’ is a causal statement that has two constructs: cause and effect. The first proposition in this statement, therefore, will be allocated to the ‘cause’ construct of the causal statement and the second proposition will be allocated to the ‘effect’ construct. In addition to the construction of conceptual statements, users may like to ‘cluster’ parts of a large conceptual representation in order to make the map more readable. In this study, this module is manually operated. The output of this stage of text analysis, the conceptual outline stage, will be saved in an appropriate MS. Word document.

2.3 Graph Generator and Editor

This module will read in the output of the ‘conceptual outline’ stage, coded into a cypher format, in order to generate the corresponding graphical representation. There are two ways to generate cypher coding of the output of the conceptual outline stage. First, we can use the Arrow Tool website to enter concepts, relationships and other supplementary or complementary information then extracting the cypher code. In the second method, we can use the cypher language to create the concepts, relationships and other supplementary or complementary information. Then we can export the generated code and run it in the Neo4j graph database. The main representation will take the form of a ‘node-arc’ graph. However, the tool will also display the constructs of conceptual statements and any additional clustering information in an appropriate format. This stage of graph generation is computer activated. After the initial display is generated, the user will be given the option of editing the map to manually adjust and refine the graph as required. This stage is referred to as ‘graph consolidation’.

2.4 Conceptual Graph Viewer

Once generated, the user may need to manipulate large conceptual representations in various ways to support the graph navigation process. A set of requirements for this stage is summarized in Table 1. Cypher language enables

the user to manipulate/search/modify/delete the concepts and relationships stored in The Neo4j graph database. Figure 2 and Figure 3 show a sample of the cypher text and the generated graph of an online banking text example.

Table 1: Initial Requirements for the Graph Viewer

Visualization Tool	
Function	Description
Read in graphical data	This tool shall allow the user to import files in cypher format
Select concepts of interest	Users will be able to choose to view the relationships between certain concepts, rather than viewing all concepts at the same time.
Messages of caution	Note that the system should display a message when there are no relationships between the selected concepts.
Select relationships of interest	Users also shall be able to indicate the type of relationship he wants to view at a time. For ex: he can type “Part of” relationship to be viewed this time. The system in this case will show only all the relationships with type “Part of” that exist between any of the concepts.
Select concept of interest	A user can select a focus concept; this means that all the connected relationships to that concept are the ones to be viewed.
Combined selection	A user can have a focus concept while specifying the type of relationships to be viewed along with this concept.

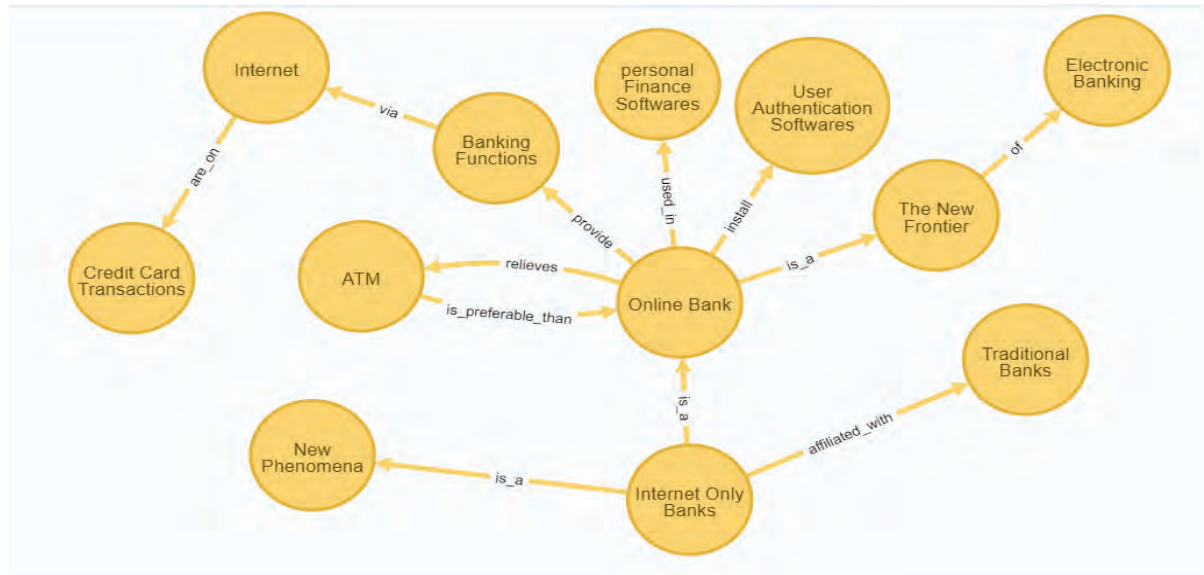


Figure 2: The generated Concept Map for online banking example using Neo4j

<pre> CREATE (C1:OnlineBank {title:'Online Bank' }) CREATE (C2:thenewfrontier {name:'The New Frontier'}) CREATE (C3:electronicbanking {name:'Electronic Banking'}) CREATE (C4: Authentication_SW {name:'User Authentication Softwares'}) CREATE (C5:personal_finance_SW {name:'personal Finance Softwares'}) CREATE (C6:banking_functions {name:'Banking Functions'}) CREATE (C7:internet {name:'Internet'}) CREATE (C8:credit_card_transactions{name:'Credit Card Transactions'}) CREATE (C9:ATM{name:'ATM'}) CREATE (C10:internet_only_banks{name:'Internet Only Banks'}) CREATE (C11:new_phenomena{name:' New Phenomena '}) CREATE (C12:traditional_banks{name:' Traditional Banks '}) </pre>	<pre> CREATE (C1)-[:is_a {roles:['meaning']}]->(C2) CREATE (C1)-[:install {roles:['meaning']}]->(C4) CREATE (C1)-[:used_in {roles:['meaning']}]->(C5) CREATE (C1)-[:provide {roles:['meaning']}]->(C6) CREATE (C1)-[:relieves {roles:['meaning']}]->(C9) CREATE (C10)-[:is_a {roles:['meaning']}]->(C1) CREATE (C2)-[:of {roles:['meaning']}]->(C3) CREATE (C6)-[:via {roles:['meaning']}]->(C7) CREATE (C7)-[:are_on {roles:['meaning']}]->(C8) CREATE (C9)-[:is_preferable_than {roles:['meaning']}]->(C1) CREATE (C10)-[:is_a {roles:['meaning']}]->(C11) CREATE (C10)-[:affiliated_with {roles:['meaning']}]->(C12) /* to query the graph to retrieve all nodes and relations*/ MATCH p=()->() RETURN p </pre>
--	--

Figure 3: Cypher text of the generated Concept Map for online banking example using Neo4j

3 Summary

In this paper, a system is proposed for conceptual representation. The system utilizes a graphical database software called Neo4j and Cypher query language for creating concept maps. The created concept map is dynamic. At any stage, the user can keep adding, updating or deleting graph elements and extend the graph. The proposed system allows the user to query the graph to search for specific concept(s) as well as specific relationship type or a given pattern. There are two ways to query the graph. In the first way, the user can use the interface of the software to select specific concept or relationship type or the entire graph. This is beneficial in large graphs where there is a wide range of concepts and relationships stored in the graph database. It gives the user the ability to concentrate on a specific part of the graph instead of looking at the entire graph. In the second way, the user can use the Cypher Query Language to conduct some complicated operations such as searching for specific pattern or use a combination of query operations to retrieve specific results.

References

- Åhlberg, M., & Ahoranta, V. (2004). What do concept maps reveal about pupil's learning and thinking. Presented at the Annual conference of National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, Canada.
- Al-Rawi, M. (1995). Al-Haq word in the Holy Quran. Al-Obaykan, Riyadh, Saudi Arabia.
- Cañas, A. J., Valerio, A., Lalinde-Pulido, J., Carvalho, M., & Arguedas, M. (2003). Using WordNet for word sense disambiguation to support concept map construction. *Lecture notes in computer science*, 350-359.
- Chen, S.-M., & Bai, S.-M. (2010). Using data mining techniques to automatically construct concept maps for adaptive learning systems. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4496-4503.
- Chen, S.-M., & Sue, P.-J. (2013). Constructing concept maps for adaptive learning systems based on data mining techniques. *Expert Systems with Applications*, 40(7), 2746-2755.
- Coffey, J. W., Reichherzer, T., Owsnick-Klewe, B., & Wilde, N. (2012). Automated concept map generation from service-oriented architecture artifacts. In A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. Valletta, Malta: University of Malta.
- Jetter, A. J., & Kok, K. (2014). Fuzzy cognitive maps for futures studies-a methodological assessment of concepts and methods. *Futures*.
- Kambiz, B., Massoud, H., Maryam, R., & Mahdih, K. (2008). Molecular genetics of fetal organogenesis in the Quran: Tracking a modern concept in an original religious text. *Pakistan J. of Medical Sciences*, 24(1), 163-166.
- Ke, Z. (2013). Research on the approach of automatic construct concept maps from online course. *Information Technology Journal*, 12(24), 8020-8024. doi: 10.3923/itj.2013.8020.8024
- Kibar, Z. B., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). Assessing prospective chemistry teachers' understanding of gases through qualitative and quantitative analyses of their concept maps. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 542-554.
- Kumaran, V. S., & Sankar, A. (2013). An Automated Assessment of Students' Learning in e-Learning Using Concept Map and Ontology Mapping Advances in Web-Based Learning-ICWL 2013 (pp. 274-283): Springer.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., & Johansen, G. (1983). The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645.
- Qasim, I., Jeong, J. W., Heu, J. U., & Lee, D. H. (2013). Concept map construction from text documents using affinity propagation. *Journal of Information Science*, 39(6), 719-736. doi: 10.1177/0165551513494645
- Sharaf Eldin, A., Elsayed, A., Nasr, M. M., & Thabet, M. (2013). A proposed visualization tool for multilayer conceptual representation. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 10(5).
- Stewart, J. (1979). Concept Maps: A Tool for Use in Biology Teaching. *American Biology Teacher*, 41(3), 171-175.
- Valerio Arbizu, A. (2014). Extracting knowledge from documents to construct concept maps. Indiana University.
- Watson, M. K., Pelkey, J., Noyes, C. R., & Rodgers, M. O. (2016). Assessing Conceptual Knowledge Using Three Concept Map Scoring Methods. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 118-146. doi: 10.1002/jee.20111

CONCEPT MAP: ACTIVITIES FOR READING COMPREHENSION AND SECOND LANGUAGE LEARNING IN BIOLOGICAL AND MEDICAL SCIENCE AREA

Renata Angelica França Mendes
UFMG, Brazil
ramoacmo@eci.ufmg.br

Abstract. It is well known the efficiency in using concept map as a learning tool. This research, that was developed as part of the program *Leitura e Compreensão de artigos científicos em inglês na área de Ciências Biológicas* – LECACI-Bio, in Instituto de Ciências Biológicas at Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil, was an attempt to show activities that can be used as a variation in the concept map approach in the development of skills on reading comprehension and second language learning in biological and medical science area. The study showed that the use of concept maps in the classes can be useful to vocabulary language developing and reading skills in English.

Keywords: concept map, learning tool, skills development

1 Introduction

Concept maps are graphical tools for organizing and representing knowledge (Novak & Cañas, 2008) The knowledge is stratified in small pieces of information and disposed in a visual manner in such a way that the reader can retrieve rapidly the subject. The graphic is composed by circles or boxes that were connected with lines. In the circles or boxes, the concepts or labels are used to describe events or objects. On the lines, the linking words or linking phrases are used to establish the relationship between two concepts. Two or more concepts connected by linking words or phrases create propositions with meaningful statements. It was first used in 1972. Novak, based on the learning psychology of David Ausubel, developed a course of science to children using concept and propositional frameworks in order to make the assimilation of new concepts and propositions easier. The objective of this work is to discuss the learner's performance in the tasks where the concept maps were used as an educational tool to develop skills on reading comprehension and English learning for undergraduate and graduated learners of Biological and Medical Science.

2 Materials and Methods

This research was performed as part of the program *Leitura e Compreensão de artigos científicos em inglês na área de Ciências Biológicas* – LECACI-Bio, in Instituto de Ciências Biológicas at Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil. The classes are designed for undergraduate and graduated learners of Biological and Medical Science in order to provide proficiency in reading academic texts in English. The data was collected from the first semester of 2018 group with eleven learners. It was heterogeneously compounded of beginners and advanced English learners, college seniors and juniors from Biological and Medical Science graduation and post-graduation courses. The learners were exposed to concept maps tasks with different approaches.

In the Table 1 below the task approaches are named and described (material and procedures, tips and benefits). The tasks were developed from the internet resource. The texts used as basis for the tasks were academic in the Biological and Medical Science area. The task development followed the chart order in such a way the students started with 'filling the blanks' of the concept maps to 'studying the structure of sentences based on the concept map structuration'.

3 Results

The 'filling the blanks' activities were performed without difficulties by the learners. The most experts in the biological and medical areas discussed the way the concept maps were designed and pointed some solutions to the structure of the map. 'Making a text in L1 from the map in L2' was an easy task too because the concept map chosen was three levels of hierarchy. The learners should write in Portuguese small paragraph about the structured information from the tree structure.

TASKS	MATERIAL AND PROCEDURES	TIPS	BENEFITS
a) Filling the blanks	Give a sheet of paper with a map with blanked circles or squares to be filled.	The learners can do it individually, in pairs or in group. It could also be used competition to challenge the students.	<ul style="list-style-type: none"> Appreciation of learner's knowledge Awareness and motivation for learning
b) Designing a map using given words.	Give words from the same theme and ask the learners to design a concept map, finding the relationship among the words.	Use brainstorming to raise the participation of the learners.	<ul style="list-style-type: none"> Appreciation of learner's knowledge Organization skills based on hierarchy
c) Making a text in L1 from the map in L2	Give the concept map to the learners and ask them to write a text from it in the target language.	Ask the learners to look the words they do not know at the dictionary.	<ul style="list-style-type: none"> Vocabulary development; Connection of ideas; Reading comprehension
d) Making a text in L2 from the map in L1			
e) Designing a map from a text.			
f) Reading a text after studying a conceptual map	Give a concept map to the learners from a subject. Ask them to guess the words they do not know. Give a text based on the conceptual map subject.	The reading can be part of the task and the map can be used as an introduction to the theme.	<ul style="list-style-type: none"> Use of reading skills for reading comprehension
g) Mapping the text	Give a text to the students and ask them to circulate the conceptual words on the text. Ask the students to link the words and find out the relationship between the circled words.	The use of colors could integrate the information correspondence.	<ul style="list-style-type: none"> Reading skills for reading comprehension Text mining
h) Answering questions using a concept map	Give questions to the students to be answered using a concept map as reference	The questions should be elaborated to avoid the mechanization of knowledge.	<ul style="list-style-type: none"> Information retrieval
i) Studying the structure of sentences based on the concept map structuration	Give complex sentences to the learners and ask them to put in a concept map structure.	The use of metalanguage could be used to help the learners' comprehension about the structure of the sentences.	<ul style="list-style-type: none"> Structural learning Connection of ideas; Reading comprehension

Table 1: Tasks for Concept Mapping

However, 'Designing a map using given words' was misunderstood by some learners who designed words tree without connecting the ideas with nodes. In such a way the collection of words was useful because they used the dictionary to find out the word meaning. The activities based on 'designing a map from a text' were developed in pairs, with different knowledge level in English and Biology, i.e., one knows a lot in biology and is beginner in English and vice-versa. The exchange of information helped them in the concept map design.

'Reading a text after studying a conceptual map' was a good pre-task to read the academic texts mainly because the students could do a review in specific biological and medical science area. To the post-graduation students, who had already chosen a study area, it was an opportunity to gain vocabulary. In the task "Answering questions using a concept map" most of the students were fast in doing the activity. Their ability to find the answers in the concept map was notable. It could be because they were working with concept map since the beginning of the semester, but also because the information in the concept map was more visible.

The learners showed much difficulty in performing "Making a text in L2 from the map in L1" and "Studying the structure of the sentences based on the concept map structuration" mainly because of the proficiency in English and in syntax. The activities of 'Mapping the text' could be more exploited if the word

syntax of the text was associated to the study of the sentences structure, showing the importance of identifying the class of the words.

The activities were used in classes and had the expected results. The benefits to the learners' emotional and cognitive development were visible because in only one semester they were ready to read academic texts without many difficulties. Another observation is that the memorization of concepts was more meaningful because the students learnt the content as a whole instead of separated parts.

4 Discussion

The studies of Moraes (2004), Preszler (2004), Gomes *et al* (2011), Liu and Lee (2013), Carabetta (2013), Khaghaninejad and Arefinejad (2015), Tajeddin & Tabatabaei (2016) presented the learners outcomes after using conceptual maps for learning biological and medical concepts, learning L2 and developing reading skills. In relation to the concepts, the learner can develop content organization and internalization, integration of knowledge into larger conceptual frameworks, critical thinking, analytical performance improvement, enhance of biology learning attitudes and motivation, confidence and autonomy. The learning of a second language the students can improve reading skills with the gain of vocabulary and language syntax what lead to reading comprehension, and proficiency and cognitive improvement. Besides, Moraes (2004), Preszler (2004), Gomes *et al* (2011), Liu and Lee (2013) and Carabetta (2013) emphasized the positive arguments of using concept maps as an educational tool. The outcomes include students' emotional and cognitive development.

Gomes *et al* (2008) are attentive to the fact that the scope of medical education demands the necessary changes for the formation of a professional who is able to know how to learn; meaningful learning allows the genuine contextualization of knowledge needed by the medical practice. The word map permits effective learning and practice in a complex interdisciplinary context. Novak and Cañas (2008) emphasized that 'at first glance' concept maps may appear to be just another graphic representation of information. However, understanding the foundations for this tool, it is possible to the user see that the simple arrangement of words into a hierarchy order can be a profound and powerful tool. The concepts linked by well-chosen words can provide propositions that shown new knowledge acquiring, better structure and manage organization, strategical writing and learning assessing.

5 Conclusion

It is possible to find examples of studies using the concept map as an educational tool. However, the alternatives of these uses in learning tasks are restricted to the construction of the concept map based on a text or theme orientation. The objective of this work was to offer ideas to bring some variation in the use of the concept map. From the tasks variation it was shown that it is possible to create different strategies to the use of this educational tool not only to the biological concept learning, but also as reading strategy, or yet, as vocabulary language developing.

References

- Carabetta Júnior, Valter. (2013). A Utilização de Mapas Conceituais como Recurso Didático para a Construção e Inter-Relação de Conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica*. pp. 441-447.
- Gomes, A. P. et al. O Papel dos Mapas Conceituais na Educação Médica (2011), *Revista Brasileira de Educação Médica*, p. 275-282.
- Gomes, A. P. et al. (2008). A Educação Médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de David Ausubel, em busca da Arca Perdida. *Revista Brasileira de Educação Médica*, Rio de Janeiro, v.29, n. 1, p.105-111.
- Khaghaninejad, M. S.; Arefinejad, M. (2015). *How do Concept-Maps Function for Reading Comprehension Improvement of Iranian Advanced EFL Learners of Both Genders?* Canadian Center of Science and Education, English Language Teaching, v.8, n.7. Accessed at <http://dx.doi.org/10.5539/elt.v8n7p174>

- Liu, S. H., & Lee, G. G. (2013). Using a Concept Map Knowledge Management System to Enhance the Learning of Biology. *Computers & Education*, v.68, p.105-116.
- Moraes, Ronny Machado de. (2004) A Aprendizagem Significativa de Conteúdos de Biologia no Ensino Médio, Mediante o Uso de Organizadores Prévios e Mapas Conceituais. Orientador: Prof^a. Dr^a. Josefa A. G. Grígoli. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS, 175p.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Pensacola, FL:
<http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Preszler, R. W. (2004). Cooperative Concept Mapping Improves Performance in Biology. *Journal of College Science Teaching*, v.33, p.30-35.
- Tajeddin, Z.; Tabatabaei, S. (2016). Concept Mapping as a Reading Strategy: Does It Scaffold Comprehension and Recall? *The Reading Matrix: An International Online Journal*, v. 16, n. 1, April 2016, p.194-208.
- Vakilifard, A.; Armand, F. (2006). The Effects of ‘Concept Mapping’ on Second Language Learners' Comprehension of Informative Text. In *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

CONCEPT MAPPING, READING AND THE PURSUIT OF AUTONOMY: A CHALLENGE FOR THE LOWER SOCIAL CLASS STUDENTS

Freire, A.S. & Freire, A.B.M.S.
Brazilian Center of Physics Research, Humanities and Physics Group, Brazil
Email: alefreire2001@yahoo.com.br, adriana.freire99@gmail.com

Abstract. This study focuses on concept mapping construction and reading techniques to improve autonomous learning for students from the lower social classes. For such, two teachers developed an eight-hour workshop on concept mapping and reading at a preparation course for Brazil's university national exam addressed to people from the lower social classes. Both teachers worked simultaneously throughout the workshop. Students constructed concept maps from loose concepts to an expository text. The results show considerable overall development in concept mapping and reading comprehension. Results also suggest that a more continuous and systematic work on can provide substantial educational changes in these students' academic lives and in their social context.

Keywords: Concept Mapping, Reading, Lower Class Students

1 Introduction

Concept Maps are widely used in the educational field, from the first school years (Novak, 1994; Vega, 2006) to university context (Correia et al, 2016). There are also studies showing how concept mapping can enhance reading performance (Freire, 2005; Gregório et al., 2006; Freire e Freire, 2010; Freire et al., 2014). Every study in the in the area is of extremely relevant, as Concept Maps are a strategy for the awakening and the development of meaningful learning. However, there seem to be little research correlating concept mapping, reading and the students from the lower social classes, for whom education is the main way out to diminish the social and knowledge gaps between them and the students from the higher social classes. This study focuses on the teaching-learning of concept mapping and reading techniques addressed to people from the lower social classes. The aim of this study is to enhance meaningful learning through the concept mapping in order empower these students so that they are more able to transform their own lives through a more critical reading.

2 Theoretical Framework

The he theoretical framework for this study comprehends Ausubel's concept of meaningful learning (Moreira & Masini, 1982), Vygotsky's socio-interactionism and the perspective of language as a social construction (Koch, 2003; 2006; Bakhtin, 2003; Freire, 2001; Vygotsky, 1978). Meaningful learning implies that new ideas, pieces of information or concepts must have relation with the students' consolidated relevant knowledge for learning to take place these new ideas, information or concepts are then anchored to the learner's pre-existing relevant concepts. Such hierarchy finds its counterpart in the hierarchical structure of concept maps that "are intended to represent meaningful relationships between concepts." (Novak & Gowin, 1994). In addition to it, Vygotsky's socio-interactionism states that students learn more effectively when they interact among their peers because information and experiences are shared and co-constructed, i.e., the individual overall development is constructed from their internalization of social relations. Within this perspective, language is also a social construction, as it considers that meaning only exists within a context and is socially constructed by the individuals This construction is built through the individuals' own historical moment, environment, previous life experiences and view of the world. As in Vygotsky's socio-interactionism, the student is a social participant who interacts with the text and constructs meaning as they read.

3 Methodology

This study has ethnographic approach and follows the Moita Lopes' (1996) guidelines as it seeks to understand what happens in a classroom as it sees this space as a context that considers the daily life of its social participants. It is also a mixed approach that encompasses quantitative and qualitative instruments (Almalki, 2016). The quantitative tool was used to measure the percentage of right concepts in the semi-filled concept maps as shown in 3.4. Regarding the qualitative tool, our focus was on the process rather than on the product. In addition, there was an attempt to understand the participants' perspectives, i.e., how these students face the issues on focus (Menga., 2004).

3.1 Context, Participants, Material and Procedures

The concept map workshop lasted eight hours distributed within two days. It is part of a broader workshop on study techniques for working students enrolled on a “Pre-Vestibular” (a preparation course for Brazil’s educational examination for university and college admissions). This “Pre-Vestibular” specifically (PVNC-Petrópolis - Pre-Vestibular for the Black and the Poor) is associated to CBPF (Brazilian Center of Physics Research). PVNC is addressed to people from the lower social classes in Petrópolis, Rio de Janeiro State, Brazil, who has finished High School or are in the second or third grades. There is no age limit to enroll. The material used for the workshop was card paper and loose concepts written on slips of paper. The data used comprehended field notes, photographs and students’ concept maps.

The workshop had a progressive level of difficulty and a didactic sequence was used to plan and organize the concept map activities. Dolz et al (2004) define didactic sequence (henceforth DS) as “a set of activities organized, systematically, around an oral or written textual genre” (Dolz et al., 2004). In this study the DS was used to design a concept mapping workshop. Figure 1 shows the basic structure of a DS.

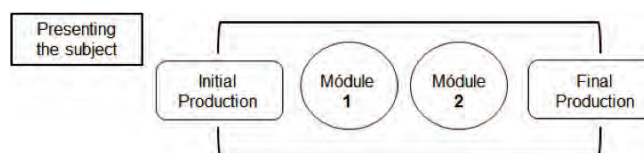


Figure 1. Didactic Sequence Scheme adapted from Dolz et al (2004)

Day 1 was dedicated to time and study management guidelines, followed by reading techniques (with short texts. As this phase did not include concept mapping, it has been suppressed from this study. Day 2 was used for two main activities: the first one was the debriefing on the activities from the previous day. The anchoring ideas about reading strategies were raised in order to introduce students to a brief theoretical explanation about concept mapping. For the next activity, the class was divided into groups of five or six students. Each group were given a different set of loose concepts written in slips of paper. Each concept was related to a specific topic, such as “board games” or “school subjects”. Students should make a concept map using the loose concepts, arrange them on a card paper and present it to the class. There was a debriefing after each presentation. From this point onwards all activities were carried out in groups. Afterwards a more challenging activity was carried out: students should read two short texts and complete the corresponding semi-filled concept maps. Day 3 started with a discussion about the construction of the maps from day 2. For the final production, students, in groups, were given a text cut up into paragraphs. They should organize it according their own criteria, build maps based on their arrangement, present it to the class, and present it to the class. A discussion followed each presentation. We concluded the activity with a broader discussion about other possibilities for the organization of the paragraphs of the text and of their maps. Schematically, the workshop has the following configuration:

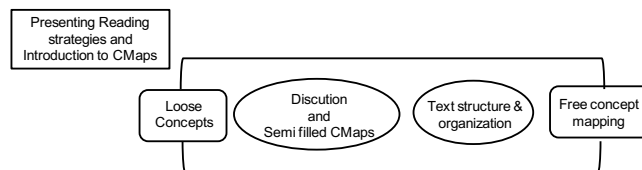


Figure 2. Didactic sequence adopted for this work

3.2 Data Analysis

The concept maps constructed by the teachers have been used as reference to analyze the students’ maps. The maps were analyzed according to their accuracy on maps’ hierarchy. Other criteria are specific to each activity. The maps on loose concepts were analyzed according to students’ encyclopedic knowledge, as it vital to understanding. Koch and Elias (2006) say that encyclopedic knowledge “is essential to the production of meaning” and if “readers do not activate this knowledge, understanding of the text will be impaired”. It seems what had happened in this context. The semi-filled concept maps were analyzed considering the similarity and the semantic value. For such, a mixed approach was applied using quantitative and qualitative instruments. As a quantitative instrument, a score has been used to analyze the maps. It was based on how many concepts the maps would have to be filled and how many of them were filled correctly. This data is shown in percentage. As a qualitative tool, field notes have been taken throughout the workshop to register students’ perceptions about their learning process. The free concept maps were analyzed considering the accuracy in identification of key concepts and the map spatial organization. The later, specifically, is crucial to the construction of good maps. Such statement is corroborated by

Correia et al. (2016). The authors point out three concept map arrangements that reveal the quality of the concept maps quality: a) maps with radial structure; b) maps with linear structure; c) maps with net structure. Such structures, in this order, are related to the progressive expertise in concept maps construction. The last structure would show more expertise by the concept mapper.

4 Results and Discussion

The maps on loose concept have shown gross mistakes in hierarchy which can be observed in all the maps:

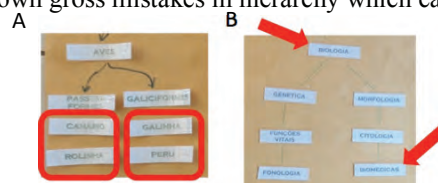


Figure 3. (A) Mistaken subordination of concepts belonging to the same level; (B) General concepts subordinated to specific concepts.

Figure 3A shows linear configuration of concepts. Sometimes, general concepts were subordinated to specific ones (Figure 3B). The “school subjects” set was divided into three great areas: Human Sciences, Exact Sciences and Biomedical Sciences. Each area has their basic sciences. Students’ difficulties exemplified in fig.3 reflect linear thinking (Gregório et al., 2006). According to Freire (2005), it can be due to a teaching-learning process focused on memorizing. The results observed in this work show that it still happens. This result shows many aspects of students’ difficulties in hierarchical organization. They don’t recognize two concepts as hierarchically equivalent. It also shows subordination of equivalent concepts in line. It seems to be hard for them at this stage to notice crossed reference. This ability arises due to hard work on critical reading and concept mapping. In figure 4 it’s possible to observe mistakes in hierarchy due to lack encyclopedic knowledge.

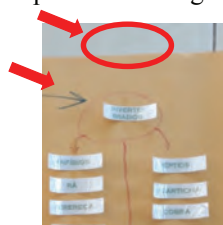


Figure 4. Misplaced concepts due to lack of encyclopedic knowledge.

Students stated that some topics - like animal taxonomy - were harder than others because of their unfamiliarity with the subject. This can be seen in the confusing configuration of their maps. Students’ difficulty constructing meaning in this circumstance corroborates Koch and Elias’ (2006) statement about the importance of encyclopedic knowledge on students’ understanding *i.e.*, familiarity with the subject is directly related to text comprehension.

Students constructed two semi-filled concept maps based on two different texts. The first map has had an average of 75% of correct concepts. The second, 82%. The data point to the right identification of key concepts on each text. Besides, students could identify the concepts correctly. There was a lot of interaction between the students during the task. At the same time, It seems that the debriefing after each task helped learners to evolve their reading skills. Qualitatively, there was considerable improvement in reading and organizing thoughts. Concept mapping seemed to be crucial for this process to occur. Figure 5 shows an example of comparison between a net structure compared to maps showing a radial structure.

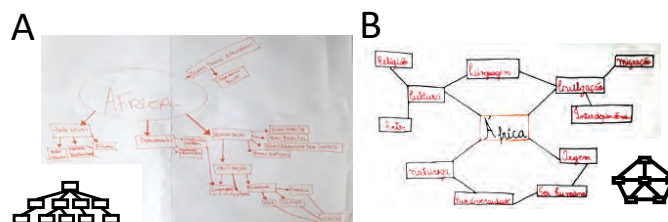


Figure 5 Two types of concept map observed as a final production of the DS. (A) Schematic diagram and example of a radial structure of a concept map. (B) Schematic diagram and example of a net structure of a concept map.

Only two of the six maps show radial structure. There is significant improvement in hierarchization and all concepts have been correctly placed. Four other maps show net structure that, according to Correia et al. (2016), corresponds to more elaborated concept mapping. The increasing level of difficulty during the workshop is in conformity with the DS in the workshop. Students are accustomed to memorizing and thinking linearly. On their first experience with concept mapping, they have faced huge difficulties in thinking hierarchically. After the first debriefing students were able to begin to understand some the principles underlying concept mapping. Their second experience with concept mapping was considerably more fruitful. The difficulty increased on day 3 and students have shown great improvement. The results seem to endorse the effectiveness of the structure of DS, as it made it possible to increase levels of difficulty more efficiently. The study groups were of great importance to students' overall development. Students discussions during the tasks allowed us to observe what they have apprehended from the more skillful peers (Vygotsky, 1978). Reading and the capacity of hierarchical organization provided by concept mapping has been a great step ahead. It can work as a catapult to drive them toward building their own destinies and accomplishing their goals to achieve their dreams. As students from the lower social classes, such changes are vital and a great victory in their lives. Their reality, being as hard as it can be, can only be changed through education.

References

- Almalki, S. (2016) Integrating Quantitative and Qualitative Data in Mixed Methods Research-Challenges and Benefits. *Journal of Education and Learning*, vol.5, n.3, pp. 288-296. Available at <https://eric.ed.gov/?id=EJ1110464> ; accessed in July, 10th 2018.
- Araújo, D.L., O que é (e como se faz) Sequência Didática? *Entrepalavras*, Fortaleza, ano 3 v.3, n.1, p.322-334, jan/jul 2013.
- Correia, P.R.M., Aguiar, J.G., Viana, A.D. and Cabral, G.C.P. (2016). Por que Vale a Pena Usar Mapas Conceituais no Ensino Superior? *Rev. Grad. USP*, vol.1, n.1, pp. 41-52.
- Denardi, Didiê Ana Ceni. (2017). Didactic Sequence: a Dialectic Mechanism for Language Teaching and Learning. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 17(1), 163-184. <https://dx.doi.org/10.1590/1984-6398201610012>. Accessed in April 30th, 2018.
- Dolz, J., Noverraz, M. e Schneuwly, B (2004). Sequências Didáticas para o Oral e a Escrita: Apresentação de um Procedimento. In: *Gêneros Oraís e Escritos na Escola*. Campinas: Mercado de Letras, p. 95-128. Available at: <http://mairasaporette.blogspot.com.br/2012/06/sequencias-didaticas-para-o-oral-e.html> Accessed on April 1st., 2018
- Freire, A.B.M.S. & Freire, A.S. (2010) The Relation among CMaps, Teachers and Their Pedagogical Practice. *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, 223-227). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Freire, A.B.M.S. (2005) Como se dá o Processo de Leitura de uma Turma de Ensino Médio da Rede Pública? O que os Mapas Com. ceituais e os Resumos Retratam. Dissertação (Mestrado em Estudos da Linguagem) - Departamento de Letras, Programa de Pós-Graduação em Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 105 p.
- Freire, A.B.M.S., Nahum, L.A., Neves, R.R. and Freire, A.S. (2014) Concept Mapping, Evolutionary Biology and reading: a transdisciplinary approach. *Concept Mapping to Learn and Innovate*. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping (Vol. x, pp. 163-170) Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Freire, P. A (2001). Importância do Ato de Ler: em três Artigos que se Completam. 41a. ed., Cortez Editora, São Paulo, p.87.
- Freire, P. (2001). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Pedagógica*. 19a. ed, Editora paz e terra, Rio de Janeiro, 165 p.
- Gregório, R., Freire, A.S. and Freire, A.B.M.S. (2006) Reading and Environmental Education. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 2, pp. 208-212). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Koch, I.V. & Elias, V.M. (2006). *Ler e Compreender: Os Sentidos do Texto*, São Paulo, Contexto.
- Lüdke, M. & André, M.E.D.A. (2004). Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. *Ed.Pedagógica e Universitária*, 8a. reimp.

- Moreira, M.A. & Masini, E.F.S. (1982) *Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel*, Editora Moraes, São Paulo, SP.
- Pardo, B.S., Castro, L.S.V., Ponce, E.P., (2013) Creating and Implementing a Didactic Sequence as an Educational Strategy for Foreign Language Teaching, *Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura*, vol. 18, issue 3, pp. 31-43.
- Teixeira, E. (2005). *As três Metodologias: Acadêmica, da Ciência e da Pesquisa*. Editora Vozes, Petrópolis, 2005, 203 p.
- Vega, D.R. (2006) Aprendiendo una Metodología para la Introducción de Mapas Conceptuales en la Enseñanza Primaria; Apoyados con la Tecnología. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 1, pp. 55-62). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA Harvard University Press.

CONCEPT MAPS AS METHODOLOGICAL INSTRUMENTS FOR HOSPITAL PEDAGOGY IN THE LONG-TERM MENTAL HEALTH UNITS FOR YOUNGSTERS

Belén Sánchez Navalón, José Luis Gómez Ramos, Rosa Serna Rodríguez, Isabel María Gómez Barreto
Department of Pedagogy, University of Castilla-La Mancha, Spain
E-Mail: Belen.SanchezNavalon@uclm.es

Abstract. In this paper we present an innovative experience that was carried out at UTCA (Unidad de Trastornos del Comportamiento Alimentario / Unit of Eating Disorders) of the Ntra.Sra del Perpetuo Socorro Hospital in Albacete, Spain. At this Unit, a methodological experience has been put in place, with the intention of having students advance in their studies through the use of concept maps. Around twenty students from different levels and subject matters are involved, and thus the use of concept maps favors the individualization of the learning speed, and at the same time fosters the cooperation among students, where the most advanced students help those at lower academic levels. The professor at the hospital acts as a guide in the learning process and addresses all questions that may come up. Concept maps have not only been used for curricular and/or academic purposes, but also to work on the characteristics of the social and family relations that have led the teenager to enter this Unit. The closer family members use the concept maps to understand what were the causes that resulted in the entry to the Unit. After only a few months of experience we cannot reach any reliable conclusions, which we'll delay to the next edition, for which we'll have more reliable results, although we may say that the objectives of the project have been achieved.

Keywords: Hospital pedagogy, didactic methodology, self-learning, curricular content assimilation.

1. Introducción

La educación de los adolescentes que padecen una enfermedad, como son los TCA (Trastornos del Comportamiento Alimentario), es una labor compartida por las familias, el profesorado y los facultativos pertenecientes a las distintas unidades hospitalarias. En este trabajo vamos a exponer los beneficios que se han producido en la UTCA (Unidad de Trastornos del Comportamiento Alimentario) del Hospital Nuestra Señora del Perpetuo Socorro de Albacete, a través de una metodología basada en la utilización de los mapas conceptuales, y como estos han servido para coordinar a todos los recursos humanos implicados en dicho proceso.

Este trabajo de innovación es fruto de otro de Sánchez (2016) que investiga la importancia de la existencia de aulas hospitalarias en unidades de salud mental, que acogen a un alumnado entre los 12 y 18 años y cuyos ingresos son muy prologados en el tiempo. Consultados los alumnos, padres y profesores del centro, se extrae la conclusión que estas aulas son beneficiosas y además que pueden, por las características del alumnado, poner en práctica otros recursos metodológicos que ayuden a la adquisición de conocimientos de los alumnos, como son el trabajo a través de mapas conceptuales. Puesta en práctica dicha experiencia, nos encontramos en la actualidad incorporándolo a nuestra metodología, por lo que a día de hoy no podemos afirmar resultados definitivos, aunque si se han conseguido la consecución de los objetivos marcados inicialmente.

2. Metodología Didáctica y de Intervención Utilizada en las Unidades de Salud Mental

En estas Unidades de larga estancia ingresan pacientes en edad adolescente. Estos ingresos hospitalarios suelen ser bastante prolongados en el tiempo (de los nueve a los quince meses), razón por la cual existe una comunicación más fluida y, casi en todas las ocasiones, más presencial entre los profesores de las unidades que conforman las mismas y los profesores de los centros educativos de referencia del alumnado.

Ante estas situaciones de aprendizaje del alumnado, se han de poner en práctica nuevos métodos y diseños de instrucción que favorezcan el aprendizaje del mismo, de una forma autodidacta, puesto que el docente de aula hospitalaria en España tiene un promedio estimado de quince alumnos diarios cuyos niveles educativos van desde los últimos cursos de Educación Primaria, pasando por la Educación Secundaria, hasta el Bachillerato. Esta particularidad docente dista de las características del aula tradicional donde, por norma general, el alumnado se encuentra en el mismo rango de edad y aprende la misma materia y contenido curricular. En las aulas hospitalarias la labor docente no es uniforme. Por ejemplo, en estas aulas cada alumno trabaja su asignatura y su contenido, es por ello que en el aula hospitalaria se imparte en un mismo tiempo varias asignaturas y contenidos distintos. Esta metodología de trabajo implica que cada aprendiz ha de trabajar en el material proporcionado por su centro de origen. Este trabajo implica una técnica docente capaz de generar modelos que consideren la variedad del alumnado.

Como consecuencia, saber detectar el conocimiento previo del discente es un aspecto fundamental para conducirlo a nuevos niveles de entendimiento y competencia (Novak, 2010).

La importancia que otorgamos a los mapas conceptuales como instrumento para la enseñanza-aprendizaje en las aulas hospitalarias proviene de, entre otros factores, de su eficiencia para alcanzar la autonomía el aprendiz que los utiliza (Kicken, Ernes, Hoogenberg-Engbers & Gómez, 2016). Otro factor importante para implementar este instrumento en las aulas TCA reside en que su elaboración, representación y compartición puede llevarse a cabo mediante el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En referencia al uso de las TIC, el soporte digital CmapTools se conforma como el instrumento más acertado para creación y compartición del conocimiento (Cañas, Hill, Carff, Suri, Lott, Gómez, Eskridge, Arroyo & Carvajal, 2004). Así, para el docente hospitalario, la posibilidad de contar con un alumnado autosuficiente en la construcción de su propio conocimiento para adaptarlo a su ritmo de aprendizaje representa una progresión fluida en su trabajo y acorta las esperas en el tiempo hasta la intervención del docente para aclarar posibles dudas en la realización de la tarea. Igualmente, para el alumnado, poseer autonomía, autoconocimiento y la posibilidad de generar un conocimiento propio, que implica habilidades cognitivas de orden superior, les transporta a un estado de mayor esfuerzo y satisfacción (Novak & Gowin, 2006).

3. Recursos Humanos Implicados en la Metodología de la Pedagogía Hospitalaria

Dentro de los recursos humanos que pueden destacarse en relación a la pedagogía hospitalaria, podemos señalar las figuras más relevantes que describimos a continuación: progenitores y familiares, profesorado del centro de referencia y docente del aula hospitalaria y alumnos.

3.1. Progenitores y Familiares

La situación de tener ingresado a un familiar muy cercano en el hospital es una situación que les afecta anímicamente. En el caso de los TCA los pacientes permanecen solos, lo que origina un mayor estrés en la familia. Provoca desconcierto el no saber nada de su hijo/a y, sobre todo, no poder verle ni compartir con él momentos de comunicación. En ocasiones esta metodología de confección de mapas conceptuales es utilizada por los progenitores, para observar sobre un mismo aspecto, cuales son los puntos de coincidencia o de disconformidad con su hijo. Por lo tanto, estos mapas conceptuales, no solo se utilizan a nivel didáctico, sino también para la organización de ideas y conocimiento de las causas ante un determinado proceso, como puede ser el ingreso de un hijo en la UTCA

3.2. Profesorado del Centro de Referencia

En el contexto escolar del alumno se encuentran los profesores del centro educativo de referencia del discente, siendo estos docentes los elementos más importantes a considerar para el buen desempeño en el aula hospitalaria. De la relación entre ambos equipos docentes (ordinario y hospitalario) dependerá el trabajo que pueda realizarse con el alumno. Actualmente, como indica Castillo (2005), se ha producido un enorme avance en los contextos escolares ordinarios, donde se hace imprescindible contar con un *programa de trabajo hospital-escuela* bien definido y organizado donde cada una de las partes tenga claros los objetivos de trabajo.

En nuestra opinión y como afirma Alonso (1997), es importante que durante el período de hospitalización el alumnado aprenda nuevas técnicas de estudio y manejo de la información que le permita la adquisición de conocimientos de manera independiente y autodidacta. Dadas las peculiaridades del paciente y del contexto, la utilización de los mapas conceptuales facilitaría al alumnado el regreso a su centro ordinario con un elevado porcentaje del éxito académico asegurado.

3.3. Profesorado del aula hospitalaria

Para Polaino (1990), afirma que el perfil del pedagogo hospitalario ha de ser el de una persona imaginativa con arte de improvisación creativa y con una exigencia atemperada que, por el trabajo elegido, sacrifica los aprendizajes a la salud, la programación curricular a la optimización de la evolución clínica y la eficacia de los rendimientos académicos a la mejor adaptación del adolescente al hospital en el que se encuentra ingresado. El profesor de aula hospitalaria también ha de poseer una personalidad equilibrada, empatía, flexibilidad, imaginación, creatividad y

solvencia moral porque —a diario— tendrá que replantearse su tarea dependiendo del estado del alumno, de la relación con la familia, la escuela, y demás profesionales del hospital.

Por ello un eficiente recurso que facilita al discente avanzar según sus capacidades, estilo y ritmo cognitivo es la utilización de mapas conceptuales, ya que es el propio aprendiz quien construye su conocimiento (Ausubel, Novak & Hanesian, 2010). La intención es facilitar al alumno las herramientas y recursos que le faciliten la adquisición del aprendizaje y el mapa conceptual, aparte de representar una “ventana” a la mente del aprendiz, habilita al profesorado y al alumnado a comprobar este aprendizaje y a detectar y subsanar las posibles “lagunas” surgidas en el mismo (Novak, 2010).

Los mapas conceptuales servirán para organizar los conceptos que ha de trabajar el alumnado durante su aprendizaje. Del mismo modo, Latorre y Blanco (2010) indican que es necesario que el pedagogo hospitalario conozca de antemano cuáles son las tareas que ha de realizar, sobre todo cuando estas deban complementarse con las que realizan otros profesionales que forman parte del equipo multidisciplinar (psicólogos, endocrinos, psiquiatras, terapeutas ocupacionales, enfermeros...), para no interferir en la labor desempeñada por cada uno de estos profesionales.

3.4. Características del Alumnado Hospitalizado

Como indica Calvo (2002), desde el propio entorno familiar se brinda al adolescente seguridad, afecto, respeto, límites y modelos sólidos a imitar donde el adolescente encontrará las bases para su desarrollo. En esta línea son apropiadas las palabras de Ausubel (2002) afirmando que para un desarrollo y maduración de la personalidad en la adolescencia es necesaria una buena relación progenitor-hijo durante la infancia y la pre-adolescencia. De esta relación de cordialidad se infiere la importancia que posee la solidez familiar para el adolescente, sobre todo si ya padece la patología.

Una vez realizado el recorrido por las características de la patología o trastorno de la conducta alimentaria y representados los factores humanos fundamentales intervinientes en la metodología propuesta sobre mapas conceptuales, para culminar con la optimización de este recurso, estimamos oportuno incluir un ejemplo de tal recurso didáctico. La intención de la representación visual es facilitar, clarificar y resumir las ideas generales mencionadas anteriormente y de esta forma, mostrar una visión más sintética de la utilidad de este recurso que tantos beneficios aporta a los adolescentes ingresados en larga estancia en las unidades de TCA (Fig. 1).

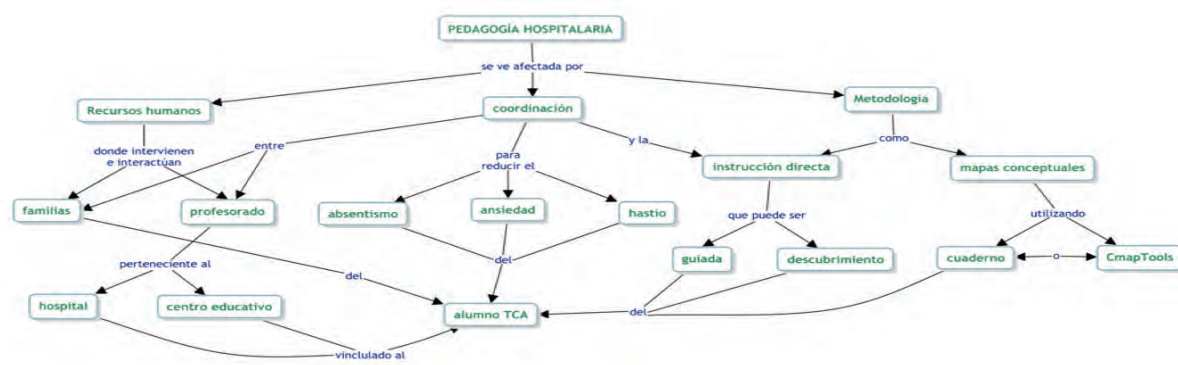


Figura 1. Mapa conceptual resumen sobre pedagogía hospitalaria.

3. Conclusiones

Para el alumnado ingresado en las unidades de salud mental, que otorga un carácter único a este tipo de aulas, consideramos necesario el empleo de recursos que faciliten su trabajo. Una metodología de trabajo adecuada, a la vez que hacerlos independientes en su proceso educativo, equilibra el ritmo de aprendizaje en los TCA. El empleo

de mapas conceptuales en las aulas TCA facilitan que cada alumno aprenda los contenidos conceptuales mediante un proceso de interrelación de los contenidos de manera significativa. Además de adquirir conocimientos, el alumnado también desarrolla la parte actitudinal, donde se siente orgulloso del trabajo realizado y los logros conseguidos. Igualmente, cada alumno desempeña las tareas facilitadas por el centro y elabora el contenido según su propio ritmo de trabajo. En este proceso de elaboración de tareas, el mapa conceptual sirve al aprendiz para comprobar el nivel de extracción de contenidos que es capaz de alcanzar.

Debido al nivel de exigencia curricular del alumnado TCA, el mapa conceptual les permite trabajar casi de manera autodidacta, factor que facilita la labor del pedagogo hospitalario que ha de dar respuesta a un elevado número de alumnos de diferentes edades, niveles, asignaturas y capacidades al mismo tiempo. Con un buen aporte de las TIC (en nuestro caso CmapTools, Cmap Cloud) es posible resolver las dudas emanadas del proceso de enseñanza-aprendizaje (Prendes, 2011). Este proceso va acompañado de un cronograma de trabajo facilitado por la coordinación establecida entre los profesores de su centro educativo de referencia y los profesores del aula hospitalaria, donde los alumnos, casi de forma autónoma, concluyen con éxito el trabajo que han de realizar para responder de forma óptima a las demandas de sus profesores del centro educativo. En este mismo proceso la labor formativa del docente hospitalario posee un papel relevante, debido a la dificultad que plantea la realización de dichos mapas en los alumnos no familiarizados con su uso. Consecuentemente, opinamos que este recurso didáctico debería trabajarse desde las edades más tempranas y utilizarse a lo largo de toda la vida académica del alumnado.

Como conclusión, se puede decir que una buena concienciación de todos los recursos humanos (familias, alumnos, profesores centros educativos, profesores aulas hospitalarias) como se ha podido ver a lo largo de este trabajo, puede suponer la consecución de unas herramientas óptimas a través de la utilización de los mapas conceptuales, no solo a nivel de aprendizaje, si no para la resolución de problemas de su vida diaria, ya que con ellos podrá conseguir una jerarquización de las ideas, que no es posible con ningún otro recurso metodológico. La implantación del proceso de elaboración de mapas conceptuales en estas unidades está comenzando a dar sus frutos y su aceptación es positiva por parte de todos los colectivos trabajados.

Referencias

- Alonso, M. et al. (1997). *Los Recursos Didácticos en el Aula Hospitalaria*. Madrid: en Actas de las VII Jornadas de Pedagogía Hospitalaria.
- Ausubel, D. P. (2002). *Theory and Problems of Adolescent Development* (3rd. Ed.). New York: Writers Club Press.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (Reimpresión 2010). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. (2ª Edición). México, Trillas.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Calvo, R. (2002). *Anorexia y Bulimia. Guía para Padres, Educadores y Terapeutas*. Barcelona: Planeta
- Castillo, M.D. (2005). La Coordinación en un Aula Hospitalaria. *Revista de Aulas Hospitalarias*, N°2.
- Grau, C. (2001). *La Pedagogía Hospitalaria en el Marco de una Educación Inclusiva*. Málaga. Aljibe.
- Kicken, R., Ernes, E., Ilja Hoogenberg-Engbers, I. & Gomez, G. (2016). Improving the Teaching of Children with Severe Speech-Language Difficulties by Introducing an Authoring Concept Mapping Kit. In A. J. Cañas, P. Reiska & J. Novak (Eds.), *Innovating with Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 112-127). Switzerland: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-45501-3_9
- Latorre, M.J. & Blanco, F.J. (2010). *Función Profesional del Pedagogo en Centros Hospitalarios como ámbitos Educativos Excepcionales*. Madrid: UNED. Educación XXI.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. NY, New York: Routledge.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (2006). *Learning How to Learn*. NY, New York: Oxford University Press.
- Polaino, A. (1990). *La pedagogía hospitalaria desde la perspectiva médica*. Madrid: Narcea.

- Prendes, M.P. (2011). Proyecto ALTER: Alternativas Telemáticas en Aulas Hospitalarias, una Experiencia Educativa. Cartagena: *Actas del IX Congreso Nacional de Pedagogía Hospitalaria*
- Sánchez Navalón, B. (2016) El cambio social y educativo reflejado en la Pedagogía Hospitalaria de Castilla-La Mancha: Apuntes para una didáctica del tiempo presente. Tesis doctoral UCLM

CONCEPT MAPS TO PROMOTE LEARNING IN ZOOLOGY

Elineí Araújo-de-Almeida & Roberto Lima Santos

Laboratório de Pesquisas em Ensino de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil

Email: elineiaraujo@yahoo.com.br robertolsantos@yahoo.com.br

Abstract. The construction of concept maps is a good pedagogical task; it is associated with higher-order thinking skills and has received international attention. Considering that this tool has been applied to Biology with special attention, the objective of this study was to highlight an experience with concept mapping as a method to promote learning about invertebrate animals. Using taxonomic descriptions obtained from textbooks, students developed activities to learn about concept maps, built and presented them to their classmates in a dynamic approach. Later the students wrote reports of their experiences in paper form. These papers were evaluated and the concept maps produced are discussed herein with a focus on their importance to improve understanding of animal taxonomy. The strategy of building concept maps related to invertebrates was well received by the students and two concept maps built in the teaching and learning process are being used in others classrooms and generating motivation to use concept maps in Zoology.

Keywords: concept mapping tasks; invertebrates; Gastrotricha; Nematomorpha

1 Introduction

Since its inception in the 1970's by Joseph Novak and his research group at Cornell University, the production of a concept map (CM) is recognized as an excellent didactic element. Novak & Cañas (2006) informed that concept mapping has received international attention, and is in continuous evolution. Their argument is that the extensive and ever-growing use of CMs is reflected in the popularity of digital and concept mapping software, its application in all domains of knowledge, and in the success of the International Concept Mapping Conference.

When re-examining the foundations for effective use of CMs, Cañas & Novak (2006) conclude that one's comprehension about the foundations of concept mapping and the ability to propose good answers can help deal with the problems involved in building a CM and thus obtain a better-quality product. Novak and Cañas (2008), Cañas, Novak & Reiska (2015), and some authors that use Novakian concept map approach, show us how to access the necessary condition to become a concept mapper and even to reach a good concept mapper condition after following logical criteria. Cañas, Reiska & Novak (2016) consider that getting to build good CMs is 'hard', and inform that once the user gets the mechanics right including concept labels, proposition, hierarchical organization, linking lines, crosslinks, size, etc., the problem turns into the difficulty of expressing his or her understanding of the topic in a CM. Such as informed by Cañas, Reiska & Novak (2016), in relation to the size of a good CM, it is necessary to pay attention to its content and structure, and add: "... we need to consider the task under which the concept was constructed" (p. 131).

Concept mapping has always been associated with higher-order thinking skills, in particular critical thinking (Cañas, Reiska & Möllits, 2017; Novak & Cañas, 2008; Novak & Gowin, 1984). Cañas, Reiska & Möllits (2017) describe how concept mapping promotes the development of higher-order thinking skills and how it associates with critical thinking. According to this paper, the literature is vast and concept maps have been used in several contexts among them: biology, chemistry, medical education, nursing, bioengineering, Earth science, humanities, language, etc. Hay, Kinchin & Lygo-Baker (2008) and Kinchin (2011) have contributed with several papers dealing with operational and theoretical aspects regarding concept mapping in Biology. In Zoology, Stanisavljević & Stanisavljević (2014) investigated the use of concept maps in teaching about Annelida, an invertebrate group.

Anohina-Naumeka (2014) emphasize that "Regardless of the 40-years history of research in the field of concept mapping, CM based assessment mainly has been considered from the viewpoint of finding the most effective scoring mechanism for students' CMs" (p.108). According to this author: "a number of important questions such as effectiveness of different CMTs ['concept mapping task'] in relation to assessment of learning outcomes or elicitation of different cognitive processes, impact of availability of different elements of CMs on the difficulty degree of CMTs, students' preferences, or suitability of different CMTs for different purposes have been left disregarded" (Anohina-Naumeka, 2014, p. 108-109). Along these lines, the goal of the present study was to evidence an experience with concept mapping task as a method to improve learning of invertebrate Zoology in the context of a Biology course.

2 Methodology

A group of 59 first-year students enrolled in the Biological Sciences undergraduate course of the Federal University of Rio Grande do Norte (Brazil) in 2017, and distributed in two classes were assigned the task of building CMs. First, the students were instructed on the process of concept mapping through reading the literature mainly Novak and Cañas (2008) with further information from Åhlberg (2013), Aguilar Tamayo (2012) and Correia et al. (2016). Second, a CM involving contents on the taxonomic characterization of an animal group (e.g. Porifera) was then explained and made available to the students. In the third phase, a total of 16 groups of students (eight teams in each class) was asked to fulfill a "fill-in-the-map" task (following the terminology of Anohina-Naumeka, 2014), exploring concepts and linking words related to a focus question dealing with the taxonomic characteristics that define the taxa Cnidaria, Platyhelminthes, Annelida, Rotifera and Nematoda. Each team was asked to describe the propositions contained in the CM. A period of four class-hours was allocated for each animal group, and the CM construction was assigned as homework.

The fourth moment involved the proposal to construct a CM based on the focus question: "From a basic bibliographic source which characteristics show a general and specific taxonomic description of a group of animals?" Eight teams in each class of students received one of the following groups of invertebrate animals to be explored: Gastrotricha, Gnathostomulida, Micrognathozoa, Acanthocephala, Nematomorpha, Priapulida, Kinorhyncha and Loricifera. Each team was proposed a project using bibliographic references as a source for information aiming at the construction of a CM, as well as an additional didactic activity, based on the textbook by Ruppert, Fox & Barnes (2004). These tasks were later presented as acquired learning socialization involving the classmates. The process was evaluated by the course teacher, and all the teams, after some instructions, were motivated to write a full paper reporting the experience. Three teams wrote papers describing the whole process experienced with the production of the CMs to learn Zoology.

The first version of these three papers made by the students were reviewed by the senior author and created a new dialogue with the students involved. The papers were published in the proceedings of the 4th Brazilian Congress of Education: Oliveira, Aguiar & Araújo-de-Almeida (2017) (Kinorhyncha), Paiva et al. (2017) (Nematomorpha), Silva & Araújo-de-Almeida (2017) (Gastrotricha). In the present work they were updated by the authors following Brusca, Moore & Shuster (2016) to reflect the latest information available in Zoology textbooks. The new maps were built using CmapTools (Cañas *et al.*, 2004), evaluated in: <https://www.cmapacademy.org/practice/how-good-is-my-cmap.html>.

3 Results

Figures 1 and 2 depict the updated CMs. These graphic organizers emphasize the taxonomic descriptions within the general characteristics of each group of animals, obtained from Brusca, Moore & Shuster (2016). These CMs became important teaching elements for the teaching process of Zoology, and students of later periods have accessed them as reference models for the visualization of concept structuring. With the development of a CM by students, the content presented in textbooks (i.e the zoological taxonomic descriptions), initially perceived as cryptic information, became more accessible for understanding, as Hay, Kinchin & Lygo-Baker (2008) said: "making learning visible". This format of presenting information allowed us to discuss the characterization of the animal taxa in a more dynamic way, with potential for comparison with the original bibliographic source.

According to Aguilar Tamayo (2004): "La estructura de los textos descrita es relevante para entender la manera en que es abordado el tema y la función que tiene el mapa conceptual al interior del texto". The CMs inserted in Paiva et al. (2017) and Silva & Araújo-de-Almeida (2017), as well as their updated versions presented herein (Figures 1 and 2), allowed the senior author to stimulate the students to search for information more efficiently than simply reading the textbooks used for consultation. The pedagogical experience of teaching how to construct maps based on topics related to Invertebrate Zoology was well received by the students investigated. The positive experience demonstrated by the students during the accomplishment of the various tasks also promoted writing skills in the process of constructing the CMs themselves and writing down their propositions. The publication of the works from the students allowed us to bring to the classroom a new didactic strategy to motivate other textual productions related to the acquisition of knowledge in Zoology. The updating of the CMs by the authors configures the need to

demonstrate, in the teaching and learning process, that scientific knowledge is always being reviewed and updated, a condition that, according to Novak & Cañas (2008), is also present in the construction of a concept map.

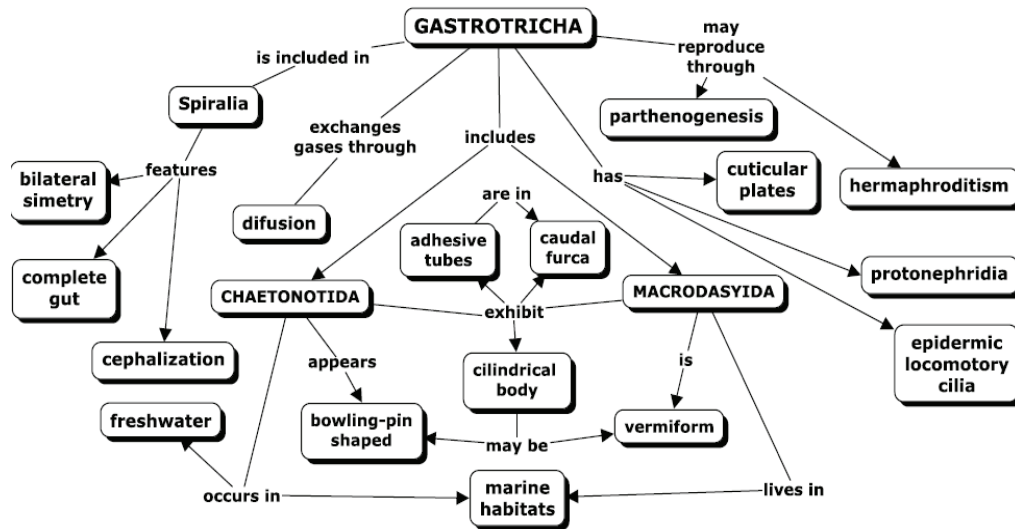


Figure 1. Concept map answering the focus question: Which characters show a general and specific taxonomic description of gastrotrichs? (Modified from Silva & Araújo-de-Almeida, 2017).

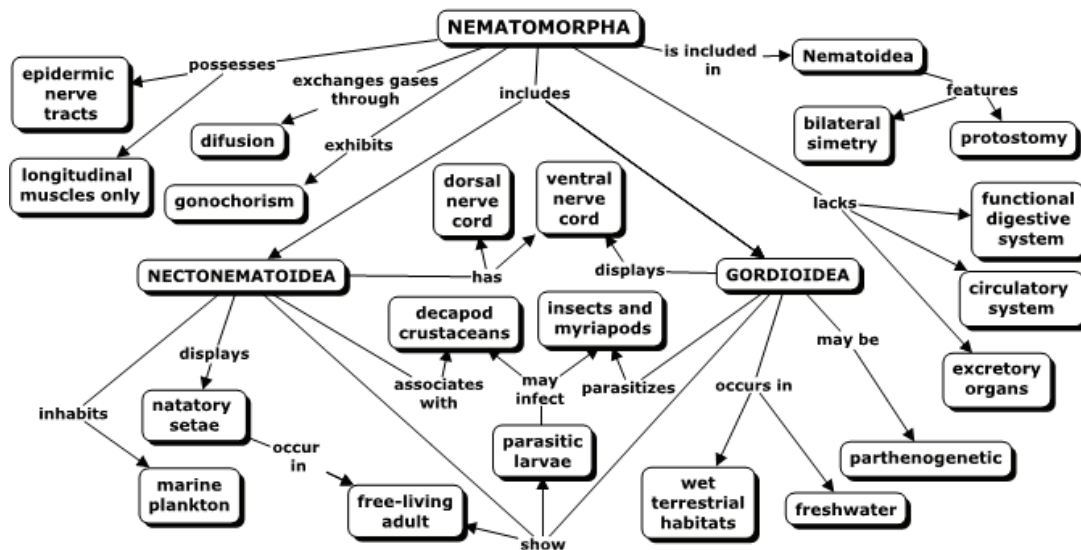


Figure 2. Concept map answering the focus question: Which characters show a general and specific taxonomic description of nematomorphs? (Modified from Paiva et al., 2017).

4 Conclusions

Concept maps built on the information available on animal taxa are dynamic elements for learning in Zoology, as well as for understanding and/or deepening the process of concept mapping by students. The product obtained from the concept mapping task offered to the students, emphasizing the taxa Gastrotricha and Nematomorpha, are relevant didactic sources for future practical applications on concept mapping. Furthermore, the ordering of updated information in the CM permits the development of several proposals of activities to be considered in the teaching

process at different moments of learning. The development of activities involving teacher and student interaction in the construction of knowledge concurs with an effective and motivating teaching and learning process.

References

- Aguilar Tamayo, M. F. (2004). La Narración en los Mapas Conceptuales. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Aguilar Tamayo, M. F. (Coord.) (2012). *Didáctica del Mapa Conceptual em la Educación Superior: Experiencias y Aplicaciones para Ayudar al Aprendizaje de Conceptos*. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Juan Pablo Editor.
- Åhlberg, M. (2013). Concept Mapping as an Empowering Method to promote Learning, Thinking, Teaching and Research. *Journal for Educators, Teachers and Trainers JETT*, 4(1), 26-35.
- Anohina-Naumeca, A. (2014). Finding Factors influencing Students' Preferences to Concept Mapping Tasks: Literature Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 128, 105–110.
- Brusca, R. C., Moore, W., & Shuster, S. M. (2016). *Invertebrates*. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts USA.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the Foundations for Effective Use of Concept Maps. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How Good is My Concept Map? Am I a Good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 6–19.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. D. (2016, September). Is My Concept Map Large Enough? In *International Conference on Concept Mapping* (pp. 128-143). Springer, Cham.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing Higher-Order Thinking Skills with Concept Mapping: A Case of Pedagogic Frailty. *Knowledge Management & E-Learning*, 9(3), 348–365.
- Correia, P. R. M. Aguiar, J. G., Viana, A. D., & Cabral, G. C. P. (2016). Por Que vale a Pena usar Mapas Conceituais no Ensino Superior? *Rev. Grad. USP*, 1(1), 41-51.
- Hay, D., Kinchin, I., & Lygo-Baker, S. (2008). Making Learning Visible: the Role of Concept Mapping in Higher Education. *Studies in Higher Education*, 33(3), 295–311.
- Kinchin, I. (2011). Visualizing Knowledge Structures in Biology: Discipline, Curriculum and Student Understanding. *Journal of Biological Education*, 45, 176–182.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The Origin of the Concept Map Tool and the Continuing Evolution of the Tool. *Information Visualization*, 5(3), 175–184.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Pensacola, FL: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Oliveira, L. L., Aguiar, V. E. C., & Araújo-de-Almeida, E. (2017). Jogo Lúdico e Mapa Conceitual para Apreensão de Conteúdos sobre o Tâxon Kinorhyncha. In *Anais do IV Congresso Nacional de Educação* (1, 1-6). Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora.
- Paiva, A. C. F., Souza, B. A., Domingos, I. E. R., Machado, J. E., & Araújo-de-Almeida, E. (2017). Mapa Conceitual e Atividade Lúdica no Processo de Ensino sobre o Tâxon Nematomorpha. In *Anais do IV Congresso Nacional de Educação* (1, 1-6). Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora.

- Ruppert, E. R., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004). *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach*. Belmont: Brooks, Cole, Thomson Learning.
- Silva, G. N. O., & Araújo-de-Almeida, E. (2017). Mapeamento Conceitual e Abordagem Lúdica no Aprendizado do Táxon Gastrotricha. In *Anais do IV Congresso Nacional de Educação* (1, 1-6). Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora.
- Stanisavljević, J. D., & Stanisavljević, L. Ž. (2014). The Application of Concept Maps in Teaching Invertebrate Zoology. In D. Krüger, & M. Ekborg (Eds.) *Powerful Tools for learning in Biology*. Berlin: Freie Universität Berlin. p. 197-211.

CONCEPT MAPS WITH ERRORS FOR ASSESSMENT: THE USE OF AN ONLINE PLATFORM FOR THE DISTRIBUTION OF THE TASK AND INSTANT AND PERSONALIZED FEEDBACK

Marília Soares, Adriano Nardi Conceição & Paulo R. M. Correia
Universidade de São Paulo, Brazil
Email: {mariliasoares, prmcj}@usp.br, adriano.yanc@gmail.com

Abstract. Concept Maps (CMap) are useful tools for learning assessment because they are able to reveal elements of the structure of conceptual knowledge of the student about a particular subject. When the CMaps are built by students there is a need to be trained in the technique and the teacher must set clearly the way to be prepared. In addition, the correction of maps and the feedback for each student requires a teacher's time what can become time consuming in this process and the use of this tool bit attractive. Thinking about the need to streamline the assessment process, this work proposes an assessment task, located on the platform SERO! and based on the use of conceptual maps prepared by the teacher that includes intentional errors in conceptual propositions for students to identify them. The teacher chooses the concepts and conceptual relations more relevant content for information about students' understanding. An activity using maps with errors (CMap/E) is applied by up to 20 minutes, allowing the generation of instant feedback and personalized because the teacher lets prepared instructional materials related to each error of the propositions. The use of online platforms facilitates the process of distribution of tasks and feedback, contributing with the inclusion of CMaps in the routine of the teachers. The CMap used in this work to obtain empirical data was part of the formal assessment of the discipline Natural Sciences offered by the University of São Paulo (USP) to students entering the school year of 2017. From it, it was found the percentage of identification of errors that were entered by the teacher and what kind of feedback should be delivered to students in a personalized manner.

Keywords: concept maps with errors, personalized feedback, assessment.

1 Introduction

Concept Maps (CMaps) are graphic organizers very used as an assessment tool for learning (Novak & Cañas, 2010). For the implementation of this type of assessment task must take into consideration the time for the preparation of CMaps, therefore it is necessary to retrieve information, select concepts, establish relationships between them and organize any hierarchical structure. This means that the mapper should dominate the content of the subject and the construction technique of CMaps. The results of the assessment task can be compromised if class time does not fit that and if the teacher does not have a plan that contemplates this moment of learning the technique of mapping (Correia, Cabral & Aguiar, 2016; Aguiar & Correia, 2014). The implementation of CMaps as assessment tools in classrooms offers some logistical challenges hindering your efficiency, preparation, execution and analysis by consuming the time and efforts of professor (McClure, Sonak & Suen, 1999). Because of this, this tool is not widely used.

1.1 Objective

This paper aims to propose the use of CMaps elaborated by professor, as an assessment tool, in order to make the time in the assessment in the classroom more efficient and productive.

1.2 Concept Maps with errors (Cmap/E)

In this new model the teacher develops the CMaps and includes, intentionally, errors in the propositions on the topic under study and the student must identify them. Moreover, can also be requested for students justify these errors (Correia et al., 2016). This approach gives greater practicality logistics to the task (McClure et al., 1999), because there is no need for training students in the technique of concept maps.

In order to try to minimize the logistical challenges that occurs when trying to analyze the structure of the student's knowledge to a subject on which he draws up your own CMaps, this work brings a new form of assessment using this graphic organizer. With the use of online platforms, this process occurs instantaneously, and the student receives the guidance on how to rethink the content that has not yet been understood. This favors for delivery of feedback in higher education is more efficient, because sometimes the teacher very late deliveries or provides these feedback (Carless, 2007; Price, Handley & Millar, 2011).

Figure 1 shows the CMap that was delivered to students during this formal assessment. It contains 27 concepts and 31 propositions, being 12 of them with conceptual errors. The propositions (P) that had errors added by professor are those highlighted by the color gray in CMap. All the concepts contained within this CMap were treated in different materials selected by the teacher and used along the lessons of climate change and in this scenario the students should be able to identify these errors because they had discussions and activities on this theme leading up to this assessment.

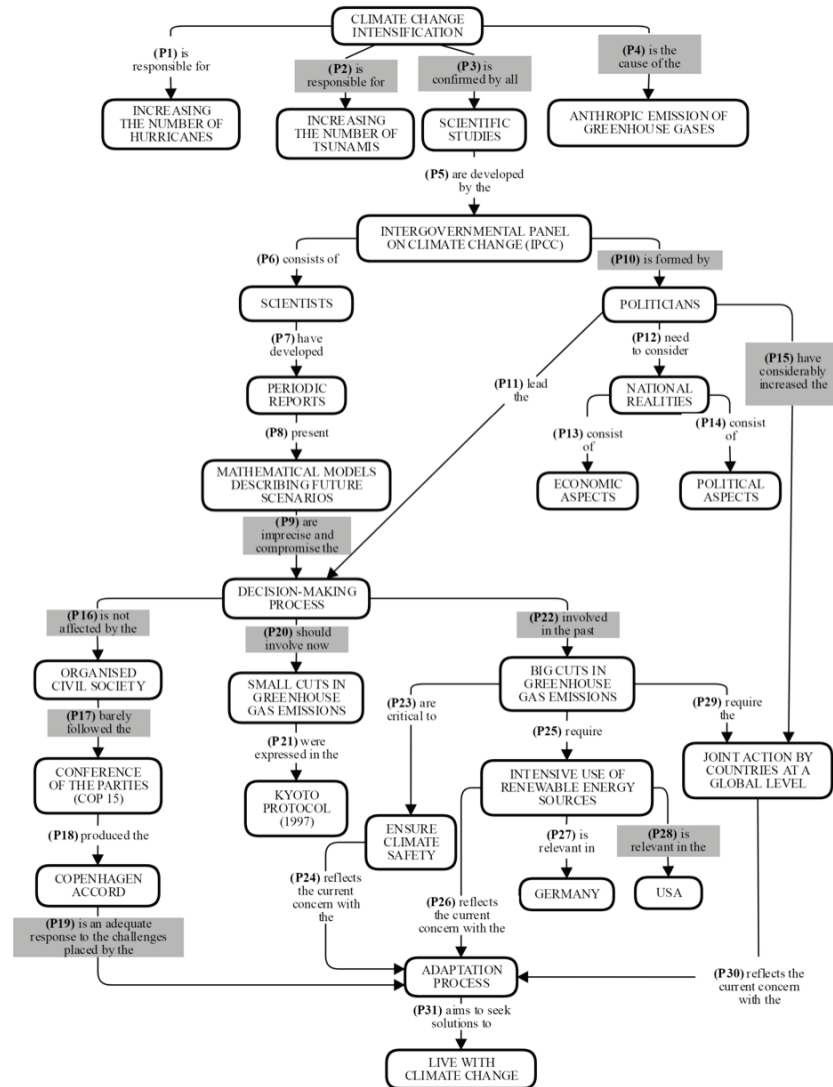


Figure 1. CMap/E (errors are highlighted in grey boxes) delivered to students to assess understanding of climate change. Focal Question: How is contemporary society responding to the intensification of climate change? This map has been translated from Portuguese.

2 Methods

2.1 Context and Collecting

Data collection was carried out with the participation of 86 students, during a formal assessment of the discipline of Natural Sciences offered to students entering the University of São Paulo (USP) in the school year of 2017 and that dealt with the subject of climate change. The task of CMap/E was distributed to students through a virtual platform SERO! (<https://www.serolearn.com>) that allows the insertion of assessment tasks using CMaps. The material was collected and analyzed empirical data from the assessment that used the CMap/E of Figure 1 and this revealed important information about the understanding of the students in the content of the discipline.

2.2 Assessment process with feedback

In addition to improving logistical practicality, the use of CMap/E can increase the objectivity of the assessment. When elaborating the CMap, the teacher can include the incorrect propositions in specific concepts, which are relevant to the understanding of a certain content. The results that teacher obtains with CMap/E based assessments may reveal specific limitations in the conceptual structure of each student, allowing the teacher to provide an accurate and fast feedback, since he will have a defined correction protocol and instructional materials already selected for each error. Figure 2 summarizes the assessment process using CMap/E and the possibility of indicating instructional material to students according to their performance in the task. The numbers on the lines indicate the content of the propositions and the types of instructional materials (video, text, graphics, and audio) provided to students according to the non-identification of errors. For each proposition the student does not identify as incorrect will result in instructional material.

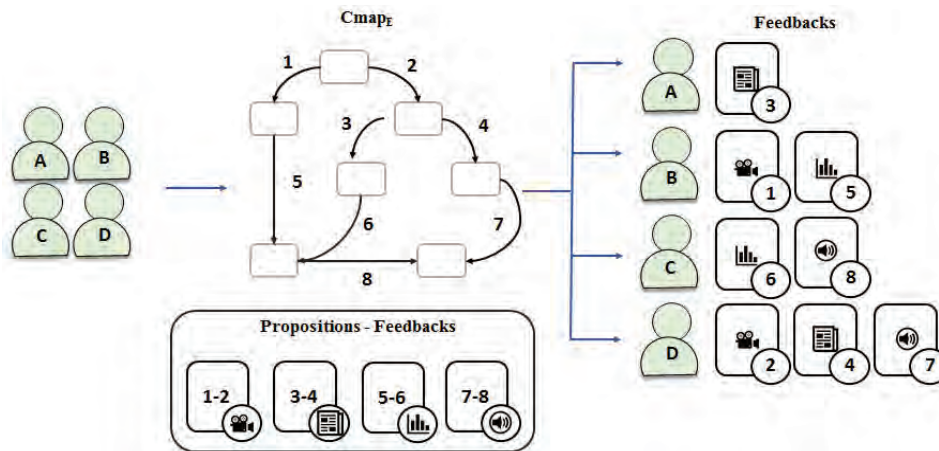


Figure 2. Assessment process with CMap/E, feedback delivery and instructional material for guided study.

Some students may need more and others with less instructional materials for this guided study period. This will allow the student to delve into the content in a more targeted way, then in another moment a new evaluation can be performed to show if there was any recovery in some misunderstood content previously. The possibilities for feedback with instructional material, as well as the form that can be used to assess students after the guided study period, will be illustrated and discussed in the next session.

3 Results and Discussion

From the CMap/E, the performance of the students in the assessment task was obtained, represented by the percentage of identification of the errors inserted in the CMap, which together with the average of correct answers and the levels of difficulties, formulated personalized feedback. By knowing the difficulties of the students in the task of CMap/E, it can be useful for the assessment of the teacher, because it allows him to deliver this feedback with instructional materials in a precise way.

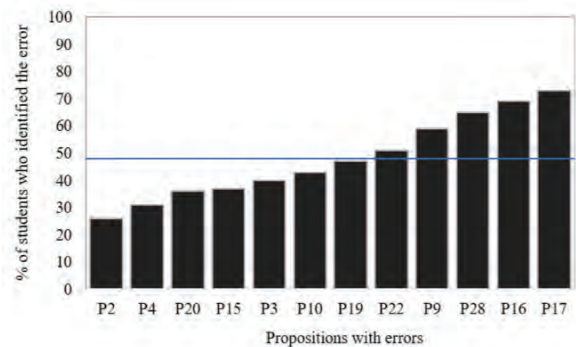


Figure 3. Student performance on the task of CMap/E.

To illustrate the feedback, we will use the case of the propositions P19 and P22 that proved to be with an intermediate level of difficulty and the propositions P16 and P17 were the easiest mistakes to be identified by the students. Table 1 shows the content of each proposition with its respective feedback that should be delivered to the student if he does not identify the error.

P19: The Copenhagen Accord - was a satisfactory answer to the needs of the → process of adaptation; Read the file dealing with the Copenhagen Accord for its purpose and expectation about it.
P22: decision-making process → involved in the past → major cuts in greenhouse gas emissions; Read the first IPCC Climate Report (1990) dealing with cuts in greenhouse gas emissions. This document contributed to deliberations during the Kyoto Protocol in 1997.
P16: decision-making process → does not suffer interference from → organized civil society; Watch again the interview of Carlos Nobre and pay attention to the excerpt: 41m47s - 45m54s on examples of civil society interface.
P17: organised civil society – barely followed the Conference of the parties 15 → (COP 15); Re-read the excerpt of text from Sergio Abranches which deals with the need and difficulties of a global action.

Table 1. Propositions with errors inserted into CMap and examples of feedback.

4 Final Considerations

The results of this work showed that much information is available to the teacher, such as the performance of the students in the task. CMap/E also provides an overview of the class quickly and effectively and student errors can be mediated through personalized feedback that can be presented in different formats.

The theme used in this work is relevant and appropriate for higher education, because it will allow the teacher to check how your student is understanding the most important concepts of the subject in class, regardless of the field of knowledge. The theme climate change served as a model to illustrate how are complex conceptual relations and what the teacher can do in a short time of class when using CMap/E as assessment instrument. These results showed that it is possible to perform the distribution of assessment tasks as well as the delivery of instant feedback and personalized on a large scale. For better research on students learning, will be collected for future studies, data on the effect of delivery of feedback.

Acknowledgements

We thank FAPESP (Grant # 2016/24553-7, São Paulo Research Foundation) for funding our research group. We thank Raíssa Ballego for all help in this work.

References

Aguiar, J.G. & Correia, P.R.M. (2014). Is a Concept Mapping with Errors Useful for Evaluating Learning Outcomes? A Study on Declarative Knowledge and Reading Estrategies Using Eye-Tracking. In P. Correia, M.

- E. I. Malachias, A. J. Cañas & J. C. Novak (Eds), *Concept Mapping to Learn and Innovate*. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 1 part 2, p. 290). Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Carless, D. (2007). Learning-oriented Assessment: Conceptual Basis and Practical Implications. *Innovations in Education and Teaching International*, 44(1), 57-66.
- Correia, P., Cabral, G., & Aguiar, J. (2016, September). Cmaps with Errors: Why not? Comparing Two Cmap-Based Assessment Tasks to Evaluate Conceptual Understanding. In *International Conference on Concept Mapping* (pp. 1-15). Springer, Cham.
- McClure, J. R., Sonak, B. & Suen, H., K. (1999). *Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality*. Journal of Research in Science Teaching, 36(4), 475-492.
- Novak, J. D & Cañas, A. J. (2010). The Universality and Ubiquitousness of Concept Maps. In J. Sanchez, A. J. Cañas, & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*. Proceedings of the 4th Concept Mapping Conference. Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Price M., Handley, K., & Millar, J. (2011). Feedback: Focusing attention on engagement. *Studies in Higher Education*, 36(8), 879-896.

DISEÑO DE UN SERVICIO HOSPITALARIO: MAPAS CONCEPTUALES COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN

(DESIGN OF A HOSPITAL SERVICE: CONCEPT MAPS AS A MANAGEMENT TOOL)

Marisol Nigro, Valeria Quintero
División Enfermería, Hospital de Clínicas Montevideo, Uruguay
marisol.nigro@hotmail.com, quinterovaleriaster@gmail.com

Abstract. In the University Hospital of the UdelaR there have been changes in the management models. This work summarizes the case of an anesthesia service that incorporates new characteristics and forms of organization. To model the new project, a conceptual map was created that brings together categories such as: resources, type of benefits, multidisciplinary teams involved and income requirements, among others. The map allowed to visualize in a single graphic element the multiple links of the project with all the actors involved. The design of knowledge management projects in the complexity of the hospital environment is facilitated by the use of conceptual maps for modeling and the development of innovation in the work of multidisciplinary teams.

Resumen. En el Hospital Universitario de la UdelaR se han presentado cambios en los modelos de gestión. Este trabajo resume el caso de un servicio de Anestesia que incorpora nuevas prestaciones y formas de organización. Para modelizar el nuevo proyecto, se construyó un mapa conceptual que reúne categorías como: recursos, tipo de prestaciones, equipos multidisciplinarios involucrados y requisitos de ingreso, entre otros. El mapa permite visualizar en un solo elemento gráfico las múltiples vinculaciones del proyecto con todos los actores involucrados. El diseño de proyectos de gestión de conocimientos en la complejidad del entorno hospitalario, es facilitado por el uso de mapas conceptuales para la modelización y desarrollo de innovación en el trabajo de equipos multidisciplinarios.

Keywords: concept maps, management, hospital organization

1 Introducción

Los Mapas Conceptuales (MC) en apoyo a los procesos de organización han sido de gran ayuda (Bizarro:2014) para el soporte, diseño y ejercicio de reorganización. Según Aguilar (2006), los conceptos expresan regularidades y la posibilidad de negociar y construir significados, siendo esto un criterio básico en términos prospectivos cuando se piensa en diseño de proyectos y gestión del conocimiento.

El proceso de innovar y gestionar el conocimiento requiere del desarrollo de habilidades, González Millan, (2014) quien aborda el tema desde el enfoque organizacional - empresarial como “una importante fuente de ventaja competitiva, ya que es más complejo que los procesos de almacenar, manipular y procesar información, siendo una constante la afirmación; conocimiento se transforma”. Rojas (2004) lo define como “el conocimiento en una organización es mucho más que simples datos e información, es el recurso de los individuos y grupos para tomar decisiones y por ello, uno de sus principales activos estratégicos. Para este proyecto se acuerda que “administrar el conocimiento en una empresa significa detectar, organizar y difundir el conocimiento existente en la organización y colocarlo a disposición de sus usuarios” (Rodríguez 2012). Autores como Morales (2006) en relación al rediseño de una organización, identifican la gestión integrada en recursos humanos como el conjunto de políticas, objetivos, metas, responsabilidades, normativas, funciones, procedimientos, herramientas y técnicas que facilitan la integración interna de los procesos de gestión de recursos humanos y externa con la estrategia de la empresa, a través de competencias laborales; y siendo éstas el factor por excelencia para lograr la integración interna y externa. La experiencia de rediseño nos ubica en un plano creativo y de activa construcción, desde un servicio conocido hacia uno transformado. En sintonía con lo planteado por Ausubel (2002) donde todo proceso de aprendizaje se sustenta en los anteriores, teniendo las estructuras previas un rol activo que permiten y/o facilitan el pensar y construir mediante asimilación. Se recurre al software CmapTools, creado por el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC) que permite modelar y re pensar en un espacio facilitado por las tecnologías (Cañas *et al*, 2004). En esta experiencia el equipo Enfermero de Gestión Clínica del Centro Quirúrgico (CQ) del Hospital de Clínicas (HC) de la UdelaR implementan el proyecto de rediseño del Servicio de Anestesia (SA), y modelizan, mediante el uso de MC. Trabajó en dos etapas: Etapa 1 trabajo de equipos de dirección estratégica del HC. Etapa 2: Ajuste del modelo con el equipo operativo del área Perioperatoria. La situación inicial de enfoque para el mapa fue desarrollar las características del Proyecto de Atención Perioperatoria y que corresponde a la Etapa 2.

2 Desarrollo

La actividad quirúrgica del HC (con 380 camas en total) determina un 65 % de los egresos hospitalario. Se realizan cerca de 4000 cirugías en el CQ en donde intervienen 14 especialidades: cirugía general, cirugía cardíaca, cirugía vascular, cirugía de tórax, otorrinolaringología, oftalmología, urología, neurocirugía, ginecología, odontología o macizo faciales, cirugía plástica, terapia del dolor, cirugía de epilepsia, trasplante renal y trasplante reno – pancreático. El sector que recibe los usuarios antes y después del acto quirúrgico es el SA y está integrado por un Área de recuperación postoperatoria y un Área de Pre operatorio. Esta última es el objeto de innovación y creación de un nuevo proyecto. Tiene área propia, capacidad instalada 5 unidades con equipamiento tecnológico y mobiliario. Ingresan usuarios de múltiples sectores del HC coordinados con 24 horas de anticipación y ambulatorios, así como los coordinados del día (Urgencias). La oferta de atención incluye también usuarios de Terapia del Dolor (Cátedra de Anestesia) para realizar bloqueos peridurales. El ingreso está mediado por una lista de verificación, llevada adelante rigurosamente el profesional enfermero. El proceso de diseño y ajustes de las nuevas prestaciones estuvo integrado por el Profesor Agregado de Anestesiólogos, un Jefe de Enfermería y dos enfermeras de gestión estratégica. Se contó con el apoyo de varios servicios para su instrumentación: Técnico neumocardiólogo, Servicio de Mantenimiento, Central de Economatos, Lavadero, Central de Esterilización, Farmacia, Servicio de informática hospitalaria.

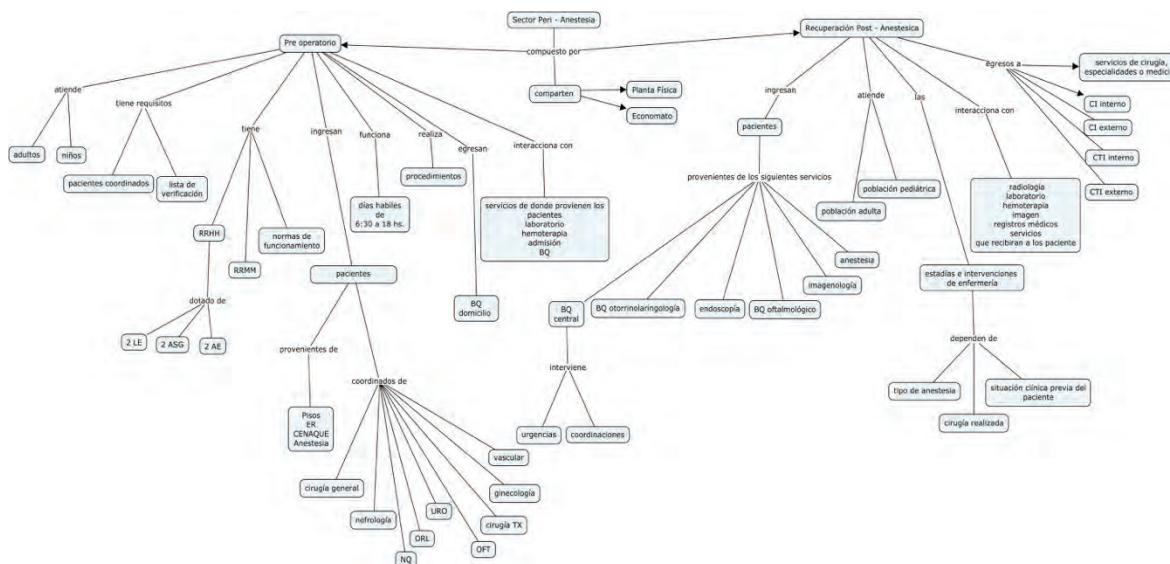


Figura 1. Mapa inicial.

3 Metodología

Como objetivo se planteó modelizar el Proyecto de Atención Perioperatoria utilizando un MC. Luego ingresarlo al programa CmapTools, software de acceso libre, que permite crear y/o exportar mapas como conceptos y sus preposiciones. Se comenzó por parte del equipo de gestión de Enfermería con un esquema similar a un flujograma y luego fue evolucionando a las características de un mapa. Las fuentes de información para este proceso fueron muy variadas e incluyeron: informes de registros médicos, hoja de valoración de enfermería, hoja de verificación (consentimiento informado y pre requisitos), protocolos del servicio, parte diario, modelos de dotación de recursos humanos para servicios pre anestésicos, informes de productividad y de procedimientos realizados. Para la construcción de estructura jerárquica y ejes se consideró la situación de enfoque del MC se ubicó como características del SA. Se definieron como ejes de menor jerarquía, recursos, comunicaciones de equipos, requisitos de ingreso, prestaciones básicas. La construcción de estos ejes acompaña la propuesta de gestión de conocimiento planteada por Rojas (2004) articulada con la propuesta de Morales (2006), en la integración de recursos. *Análisis* En la Figura 1 muestra el MC inicial y en Figura 2 el final que resume los ejes y categorías definidas como claves. Se comenzó con ejes principales y actualmente se sigue modificando por propuestas de las Cátedras para una mayor productividad. El proceso de construcción del MC requirió de múltiples acuerdos son otros integrantes de equipo asistencial del HC y reajustes de áreas de trabajo colaborativo e independiente. Según Aguilar (2006), las disciplinas

científicas son formas de organizar la producción y preservación del conocimiento y pueden entenderse como una estructura proposicional con pretensión de verdad. Comprender la complejidad de estas estructuras proposicionales, esta nueva “verdad- conocimiento” es facilitado por el proceso de construcción y ajuste de un MC. En nuestro caso esta nueva relación de vínculos entre, prestaciones, comunicaciones, límites de acción, interacción horizontal y vertical fue facilitada por la expresión gráfica de un MC y se genera con una secuencia de acuerdo a los ejes recursos, comunicaciones, requisitos de ingresos, prestaciones básicas. Así como plantea Bizarro (2014), el uso de colores para señalar un eje y sus categorías fue importante para segmentar el diseño.

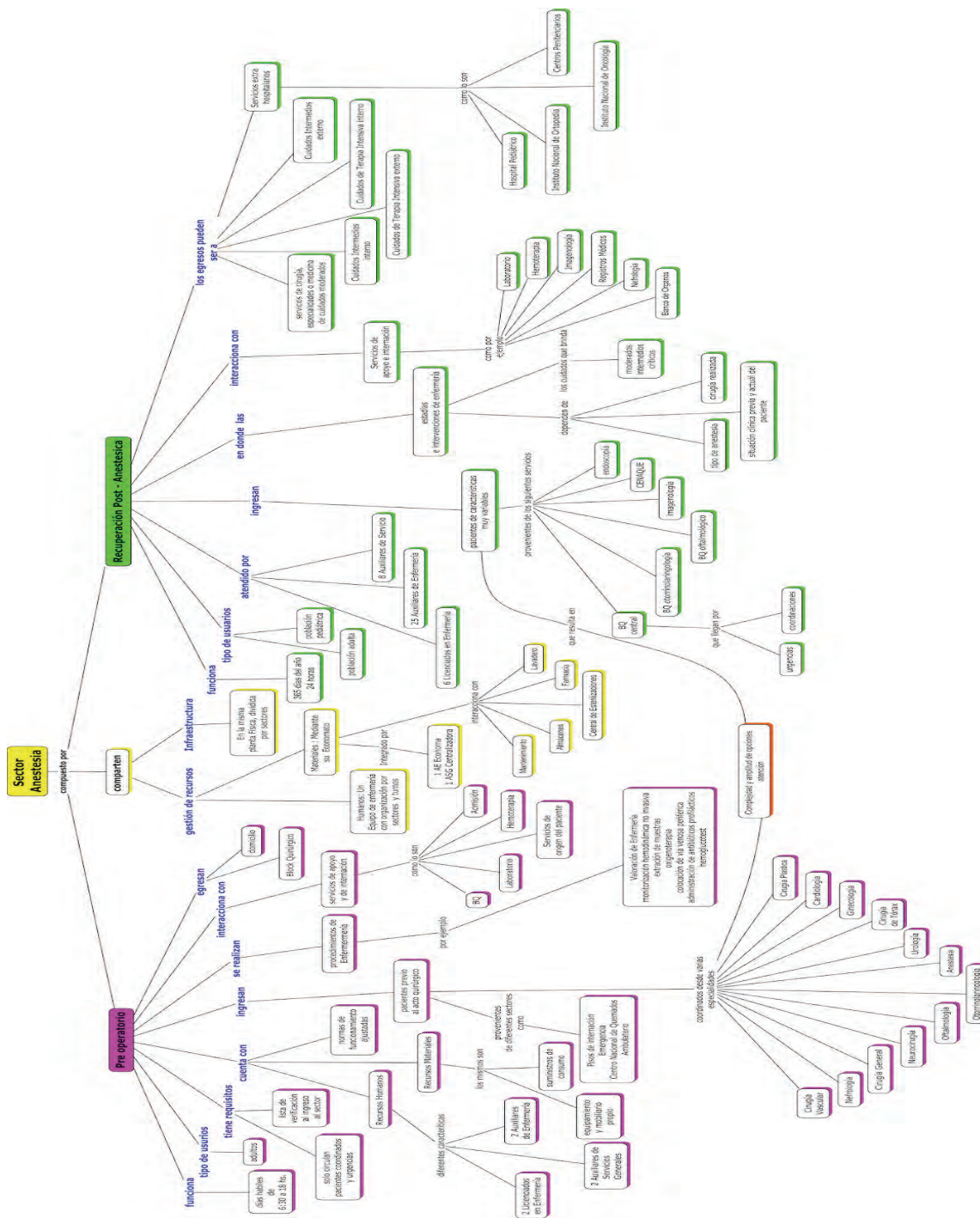


Figura 2. Mapa Final.

4 Conclusiones

Implementado desde diciembre de 2017 se ha podido realizar una evaluación al mes siendo: la productividad del SA creciente (250 pacientes/mes en el post operatorio) con un 74% de incremento global; buen cumplimiento de la lista de verificación (78% de los pacientes llegan con identificación al pre operatorio) y alto tiempo de estada promedio en el preoperatorio (el 40% permanece más tiempo del estipulado). Se sigue utilizando el mapa como insumo para la orientación de nuevos integrantes del equipo (proceso de inmersión) y como forma de autoevaluación de los logros y dificultades. Desde su diseño han surgido varios ajustes tales como recursos humanos estables, equipos de apoyo extendidos, etc. La existencia del preoperatorio es un logro importante ya que habilita: el trabajo en equipo y el aprendizaje individual y colectivo, el confort y la seguridad del paciente lo que fue un objetivo desde la programación del proyecto.

5 Agradecimientos

Agradecemos al Equipo de Gestión de Enfermería del CQ autorizar la difusión de esta experiencia.

Referencias

- Aguilar, M. (2006). El Mapa Conceptual una Herramienta para Aprender y Enseñar, *Plasticidad y Restauración Neurológica*. 5(1). pp 62-72.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y Retención del Conocimiento una Perspectiva Cognitiva*. Paidós: España.
- Bizarro, D. (2014). Corporate Uses for Concept Maps. En P. Correia, M. E. I. Malachias, A. J. Cañas & J. C. Novak (Eds), *Concept Mapping to Learn and Innovate*. Proc. of the Sixth Int. Conference on Concept Mapping. Santos, Brazil: Universidade de São Paulo.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Morales, A. (2006) "Contribución para un Modelo Cubano de Gestión integrada de Recursos Humanos", Tesis de Doctorado, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana.
- González Millán, J.J., Rodríguez Díaz M.T., & González Millán, O.U. (2014). Análisis Comparativo de los Modelos de Gestión del Conocimiento Aplicados a la Empresa. En R, Llamosa Villalba (Ed.). *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 13(36), pp75-91.
- Rodríguez-González, Iraidia Justina, González-González, Aleida, Noy-Viamontes, Patricia, & Pérez-Sotolongo, Sibelys. (2012). Metodología de Diseño Organizacional integrando enfoque a Procesos y Competencias. *Ingeniería Industrial*, 33(2), 188-199. Recuperado en 12 de mayo de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362012000200010&lng=es&tlng=es
- Rojas, Y. (2004). Organización de la Información: un Factor Determinante en la Eestión Empresarial. *Revista Acimed*. 12 (29), pp. 1-12. Recuperado (marzo 14 2018) de <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v12n2/aci12204.pdf>.

DO CMAPS AFFECT HOW WE PERCEIVE PROBABILISTIC INFORMATION?

Natalia Derbentseva¹, Frank Safayeni², Peter Kwantes¹ & Shadi Ghajar¹

¹Defence Research and Development Canada, Canada

²University of Waterloo, Canada

Email: {natalia.derbentseva, peter.kwantes, shadi.ghajar}@drdc-rddc.gc.ca; fsafayeni@uwaterloo.ca

Abstract. Concept maps (Cmaps) have been effectively applied in many different fields, including intelligence analysis. One of the fundamental characteristics of intelligence information is the uncertainty that is associated with available evidence or derived assessments. While Cmaps have the necessary capability to represent uncertainty, it is not well understood how the graphical nature of Cmaps affects the interpretation and comprehension of that information. A study was conducted to investigate this issue. The same information was presented to participants in either a text format or as a Cmap; and participants were asked to estimate the likelihood of seven statements based on the provided information. For two of the seven questions participants' estimates were significantly different, with the Cmap group providing more conservative values than the text group. Although, the obtained results suggest that the Cmap format may affect how map readers interpret probabilistic information, however, more research is needed to better understand the exact impact of Cmap representation of information on perception of uncertainty.

Keywords: concept mapping, communication of uncertainty, likelihood

1 Introduction

Concept maps (Cmaps, Novak & Govin, 1984) are an efficient graphical knowledge representation technique, which has gained a wide application in various fields including intelligence analysis (e.g., Huer & Pherson, 2015; Derbentseva & Mandel, 2011). The use of Cmaps in intelligence analysis offers many potential advantages, such as providing analysts with a mechanism to decompose, externalize and articulate the problem space, to support information integration, inference-making and to reduce cognitive demands (Hoffman & Shattuck, 2006). In addition, a Cmap is a visual product that can be used to communicate the results of analyst's thinking both within the analytic team and to the consumers of intelligence products.

One of the inherent properties of intelligence analysis is dealing with uncertainty both in the available information and in the conclusions drawn from that information. For example, intelligence analysts may use such probabilistic terms as “unlikely”, “even chance”, “likely” or “almost certain” to express different degrees of uncertainty in their products. Therefore, it is very important to understand how the tools that analysts use in their work, including Cmaps, affect the representation and communication of probabilistic information.

Through the requirement to label all relationships, Cmaps have the capability to represent a variety of different types of relationships in a single map, including those with different levels of uncertainty. Structure and text

b) Structure only, no text, same line styles c) Structure only, no text, different line styles

Figure 1 a) illustrates a simple example of two propositions that have different probabilities associated with them.

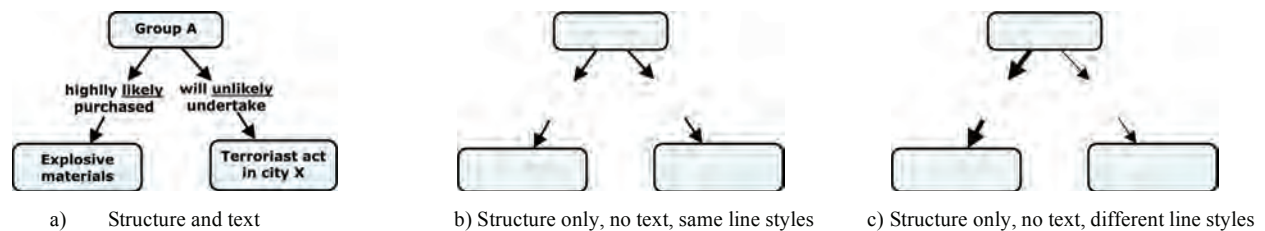


Figure 1: Three views of a Cmap with different probability relationships.

However, it is not clear how the graphical nature of Cmaps impacts the interpretation and comprehension of probabilistic information. For example, if all textual cues are removed from the example map in Figure 1 a), then the resulting graph in Figure 1 b) shows no indication that the two relationships have different strength. Could these visual cues (i.e., visual similarity) impact a map reader's perception of the likelihood information expressed in the linking phrases and reduce the perceived difference in their likelihood? In other words, it can be argued that if a low

probability relationship is represented with a regular line connection; the regular line may visually imply a stronger relationship (and thus suggesting a higher probability) than the linking phrase indicates. Similarly, it can be argued that manipulation of the visual cues in a map, e.g., the thickness of the connecting lines such as shown in Figure 1 c), can help differentiating among the strength of the relationships.

While many aspects of Cmapping have been investigated (e.g., CMC 2004 – 2016); there are no empirical studies that examined whether the Cmap representation has an impact on communication and perception of uncertainty. To begin filling this gap a study was conducted to investigate how map readers interpret uncertainty represented in Cmaps. The purpose of the study was two-fold:

1. Examine whether the Cmap representation of information affects the reader's comprehension of uncertainty compared to the textual format;
2. Examine whether manipulation of visual cues in a Cmap has an effect on the reader's comprehension of uncertainty information.

2 Method

2.1 Stimuli

A short text paragraph and two Cmap representations of the text were used as stimuli; all are shown in Figure 2. The two Cmap representations of the paragraph were created by an experienced Cmapper and were designed to be as close to the paragraph as practically possible. The only difference between the two Cmap representations was the thickness of the connecting lines – Cmap1 had homogeneous line thickness, and Cmap 2 had varied line thickness with higher likelihood relationships represented with thicker lines than lower likelihood relationships.

- a) Text paragraph: Bob Smith lives in Clemenburg and recently was seen with Simon King, who is a known leader of the LeadHogs gang. However, it was assessed that Bob Smith is unlikely to be a member of the LeadHogs gang. The LeadHogs gang has been recently seen in Clemenburg. It is believed that the LeadHogs gang is involved in drug trafficking. Current intelligence suggests that the LeadHogs gang will likely set up their headquarters in Clemenburg to carry out their dealings.

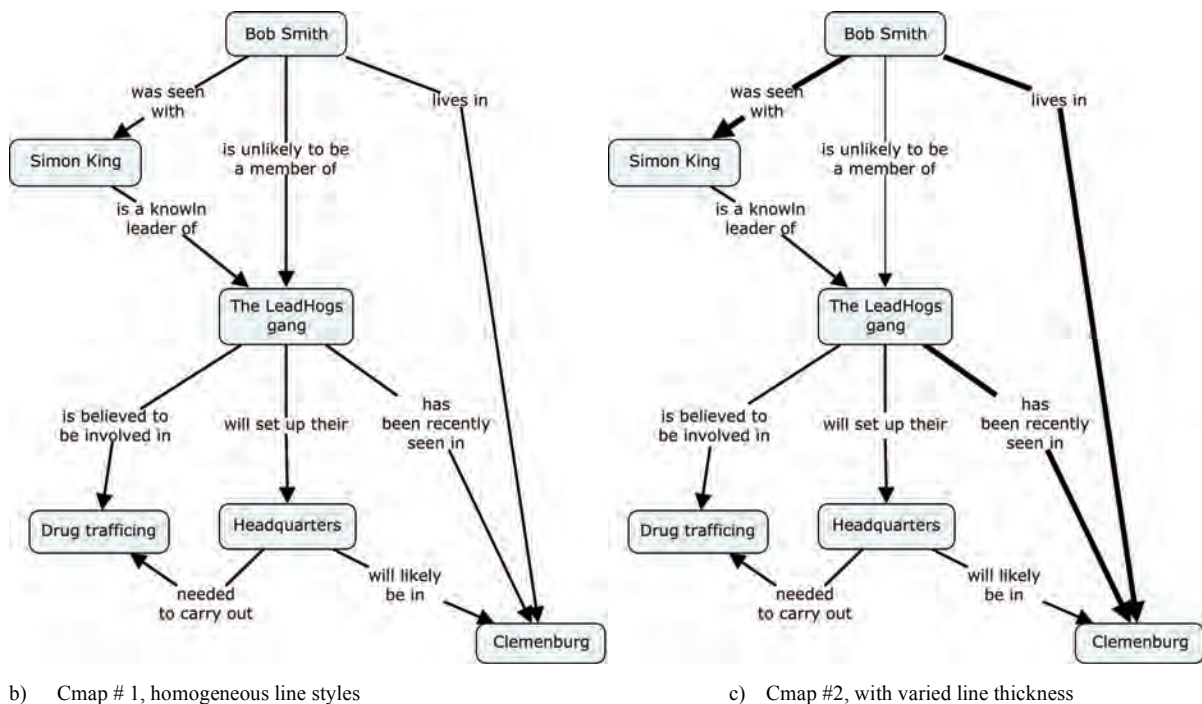


Figure 2. Stimuli: a) text paragraph; b) Cmap 1; and c) Cmap 2.

2.2 Procedure

The study included three random assignment conditions based on the format of information participants received – Paragraph, Cmap 1 and Cmap 2. After reading the study information and consenting to participate, participants were asked to estimate the likelihood of seven statements based on the information provided in the paragraph or one of the Cmaps using a scale from 0% (no chance at all) to 100% (certain) with 10% increments and a “Not Applicable” option. The seven questions posed to the participants are listed in the second column of Table 1. Four types of questions were included in the list: *facts* (questions 1-3); *high likelihood statements* (questions 4-5); *low likelihood statement* (question 6); and *inference* (question 7). The order of questions was randomized for each participant.

A total of 150 participants were recruited for this study using Amazon’s Mechanical Turk online recruitment tool. Data was collected through an on-line computer task administered through a survey administration platform SurveyMonkey. To ensure that the participants paid attention to the task, an unambiguous task question was included at the end of the task. Data from eight participants who failed to answer this question correctly was excluded from the analysis. Majority of participants (85%) had no or very limited previous experience with Cmaps; 65% were male; 83% were 18 – 44 years old and 17% were over 45 years old.

3 Results

The observed median likelihood estimates along with their 95% confidence intervals for each of the seven questions are reported by information format in the three right most columns of Table 1. Kruskal Wallis test indicated that there was a significant difference in groups’ estimates for question #4 (*High likelihood statement: “The likelihood that The LeadHogs gang is involved in drug trafficking”*) $\chi^2(2, N = 142) = 9.85, p = .007$ and question #7 (*Inference: “The likelihood that Bob Smith will participate in drug trafficking in Clemenberg”*) $\chi^2(2, N = 142) = 7.162, p = .028$.

Follow-up Mann-Whitney U pairwise comparisons were performed controlling the False Discovery Rate (FDR) at $\alpha = .05$ using the Benjamini-Hochberg procedure. These comparisons indicated that mean ranks for both question #4 and #7 were significantly lower in the Cmap 1 group than in the Paragraph group.

#	Question: What is the likelihood that	Corresponding statement in the stimuli	Type of statement	Expected estimate	Observed median estimates,% [95% Confidence interval]		
					Paragr. (N=49)	Cmap 1 (N=45)	Cmap 2 (N=48)
1	Bob Smith lives in Clemenberg	Bob Smith lives in Clemenberg	<i>Fact</i>	100%	100 [100, 100]	100 [100, 100]	100 [100, 100]
2	Bob Smith knows Simon King	Bob Smith was seen with Simon King	<i>Fact</i>	100%	90 [80, 90]	90 [80, 100]	90 [80, 90]
3	Simon King is a leader of the LeadHogs gang	Simon King is a known leader of the LeadHogs gang	<i>Fact</i>	100%	100 [100, 100]	100 [90, 100]	100 [90, 100]
4	The LeadHogs gang is involved in drug trafficking	It is believed that the LeadHogs gang is involved in drug trafficking	<i>High likelihood statement</i>	75%	80 [80, 90]	70 [70, 80]	80 [60, 80]
5	The LeadHogs gang will set up their headquarters in Clemenberg	the LeadHogs gang will likely set up their headquarters in Clemenberg	<i>High likelihood statement</i>	75%	80 (80 – 80)	70 (70 – 80)	80 (70 – 80)
6	Bob Smith is a member of the LeadHogs gang	Bob Smith is unlikely to be a member of the LeadHogs gang	<i>Low likelihood statement</i>	20%	20 [10, 30]	20 [10, 20]	20 [10, 20]
7	Bob Smith will participate in drug trafficking in Clemenberg	<i>inference</i>	<i>Low likelihood inference</i>	~20%	30 (30 – 50)	20 (10 – 30)	30 (20 – 40)

Table 1: Likelihood estimation questions presented to the participants.

4 Discussion

The goal of this study was to examine whether there is a difference in how people interpret probabilistic information presented in a Cmap format compared to text. Participants in the study were asked to estimate the likelihood of four different types of information presented in the stimuli:

- Information presented as *facts* (questions 1-3);
- Information presented as *high likelihood statements* (questions 4-5);
- Information presented as *low likelihood statement* (question 6); and
- Derive an *inference* (low likelihood) from information in the stimuli (question 7).

Based on the argument set forth in the introduction, we hypothesized that there will be no difference among the three format groups in participants' likelihood estimations of the *factual* information (questions 1-3, **H1a**) and the *high likelihood statements* (questions 4-5, **H1b**). However, we expected Cmap 1 group to provide a higher estimation for the *low likelihood statement* (question 6, **H2a**) and the *inference* statement (question 7, **H2b**) than the Paragraph group. Furthermore, we expected the Cmap 2 condition to be closer to the Paragraph group in all of their estimates (**H3**).

As expected, we did not observe any significant differences among the three representation groups in their estimations of the *factual* information (questions 1-3), supporting H1a. However, a significant difference was observed between the Paragraph and Cmap 1 conditions on one of the *high likelihood statements* – question 4 – but not on question 5; therefore rejecting H1b. No statistically significant difference was observed among the groups for the *low likelihood statement* estimates (question 6), therefore rejecting H2a. The likelihood estimate of the *inference statement* (question 7) given by the Cmap 1 group was significantly lower than that of the Paragraph group, thus rejecting H2b, because we expected the difference to be in the opposite direction. However, the *inference statement* was partially dependent on the *low likelihood statement* (question 6), for which there was no significant difference among the groups. Therefore, there is no obvious logical explanation of the different estimation of the *inference statement* (question 7) provided by the Cmap 1 and Paragraph groups. There were no significant differences between the Cmap 2 and Paragraph groups, and between the Cmap 2 and Cmap 1 groups, suggesting that the estimates provided by the Cmap 2 group were in between the Cmap 1 and Paragraph conditions, thus supporting H3.

On the two questions where significant differences were observed between the Cmap1 and Paragraph groups, the Cmap1 group provided more conservative (i.e., lower) likelihood estimates. However, it is premature to draw any definitive conclusions from these results, especially given that these differences were not observed consistently across all of the questions. Our results suggest that the Cmap format may affect how map readers interpret probabilistic information compared to its textual representation; however more research is needed to better understand the exact nature of this relationship.

5 Acknowledgements

This work was conducted under the Joint Intelligence Collection & Analysis Capability project (JFD4 05da), Defence Research and Development Canada, and was supported by the University of Waterloo, Canada.

References

- CMC (2004 – 2016). Proceedings of the biennial international Concept Mapping Conferences. CMC, available at <http://cmc.ihmc.us/cmc-proceedings/>
- Derbentseva, N. and D.R. Mandel (2011). Using Concept Maps to Improve the Practice and Organization of Intelligence in Canada. In B. Moon, et al. eds. *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*. New York: Taylor & Francis Group: CRC Press, p. 109-130.
- Heuer, R.J. & R.H. Pherson (2015). *Structured analytic techniques for intelligence analysis*. 2nd Ed: Sage CQ Press.
- Hoffman, R. and L.G. Shattuck, Col (Ret) (2006). Should we rethink how we do OPORDs. *Military Review*, March – April issue, p. 100-107.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.

- Hoffman, R. and L.G. Shattuck, Col (Ret) (2006). Should we rethink how we do OPORDs. *Military Review*, March – April issue, p. 100-107.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.

EFFECTS OF USING A CONCEPT MAPPING STRATEGY IN DATABASE DESIGN ON NOVICE STUDENTS' LEARNING PERFORMANCE

Lynda Farza
Military Academy, Tunisia
Email: lyn.farza@gmail.com

Abstract. This paper presents the results obtained when concept map is used as a first step of data modeling. The sample of this study consists of 50 first-year university students. These students were assigned into two groups: an experimental group and a control group. Only the experimental group used the concept map as a first step of data modeling. We have studied entity-relationship diagrams made by students of the two groups during the achievement test to detect and analyze conceptual modeling errors. Student's scores were also analyzed to see if there was a significant difference between the two groups. The results of the study revealed that there is a statistically significant difference between the mean scores of the experimental group and those of the control group in favor of experimental group.

Keywords: concept map, database, conceptual data modeling, entity-relationship diagram

1 Introduction

The concept map described by Novak in 1972, is a useful graphical tool for organizing and representing knowledge (Novak and Cañas, 2008). It is based on Ausubel's Assimilation theory (Ausubel, 1968) and Novak's theory of learning (Novak and Gowin, 1984), which state that we learn better when the integration of new concepts into our cognitive structure occurs by linking new knowledge to concepts already acquired. The concept map is useful for linking new knowledge to existing knowledge. This allows it to be used in different teaching contexts. Following the example of Gómez-Gauchía & McFadyen (2011) we used it in our teaching as a first step of data modeling with novice students to check how it could help them in the data modeling process. It seems relevant to us to use the concept map as a tool that can deepen the understanding of the problem to model and reduce the difficulties of transposition of the domain description from natural language to the conceptual database schema.

2 Concept Mapping Strategy

2.1 Principles

The principles used to develop the concept map are based on those proposed by Sien & Carrington (2007), McFadyen (2008) and Farza (2018). The figure below represents the key-concepts of a concept map:

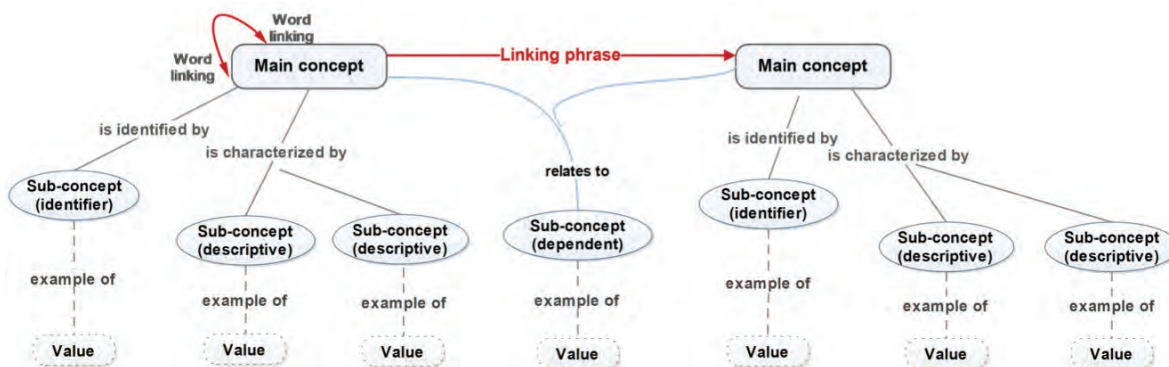


Figure 1. The key-concepts of the concept map (Farza, 2018)

- The nodes on the map designate two categories of concepts: main concept and sub-concept.
- A main concept represents a set of objects of real world to be modeled that have common characteristics.
- An instance (or value) corresponds to a value taken by the sub-concept. An instance of a main concept is constituted of all of the values of its sub-concepts (one value per sub-concept),

- The sub-concepts can be classified into descriptive sub-concept, identifier sub-concept and dependent sub-concept. Descriptive sub-concept and identifier sub-concept are used to describe main concepts.
- The identifier sub-concept specifies the main concept. It uniquely identifies each instance of the main concept.
- A dependent sub-concept is used to define a characteristic related to two main concepts.
- The linking phrase represents the meaning of the link between two main concepts (arrow line), a main concept and itself (bidirectional arrow arc to and from the same main concept), a main concept and a sub-concept (line) or between a sub-concept and an instance (or value) of this sub-concept (dashed line).

2.2 Example of a Concept Map

The figure 2 shows an example of a concept map designed for a simple *order management* database about *customers* and their *orders* for a company. A customer may place one or more orders. An order is placed by only one customer. Each order may include one or more products. A product may appear in one or more orders or in no order. A *product* can be *stored* in many *warehouses* and a *warehouse* can contain many *products*. A product can be composed of several products. A product can enter itself into the composition of other products.

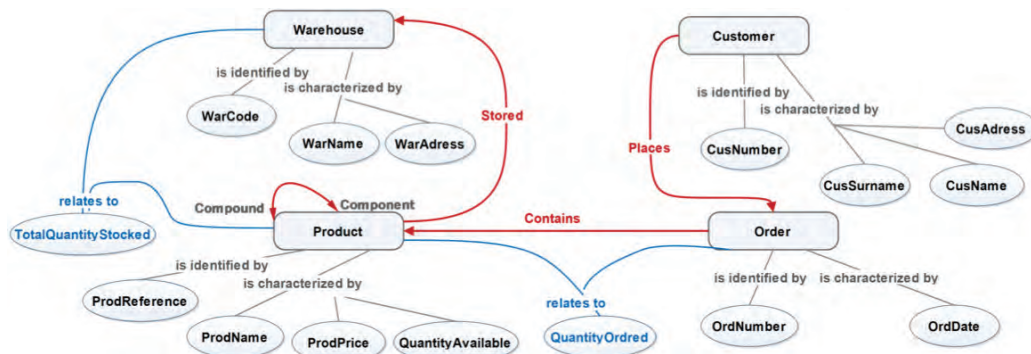


Figure 2. Example of a concept map

2.3 Transposition of the Concept Map

The Entity-Relationship model is one of the most commonly used conceptual data model in an introductory database course. Various graphical notations may be used for conceptual data modeling (e.g. Chen, Bachman).

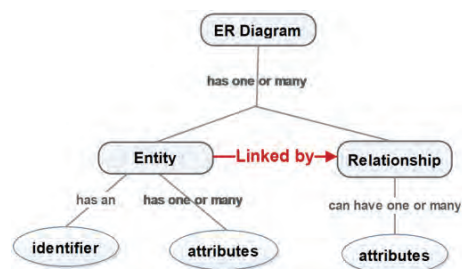


Figure 3. Concept map of ER Concepts

To elaborate a conceptual database schema, we usually use the Entity-Association or Entity-Relationship (ER) formalism from Merise Method, a French methodology initially developed by Tardieu. The ER design is based on three main concepts: the entity, the association or the relationship and the attribute or propriety (Figure 3). An entity has a unique identifier and one or more attributes. A relationship in Merise is a semantic link between one or more entities.

Figure 4 shows the transposition of a concept map to an ER diagram:

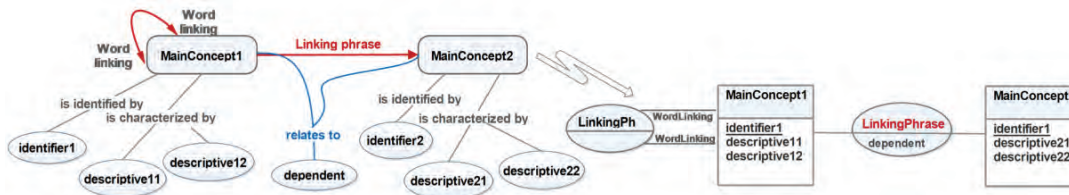


Figure 4. Concept Map converted to Entity-Relationship Diagram (without indication of the cardinality)

The next figures are an example of Entity-Relationship diagram related to the concept map of figure 2:

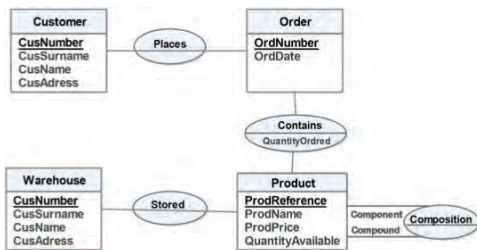


Figure 5a. Example of ER diagram without cardinality

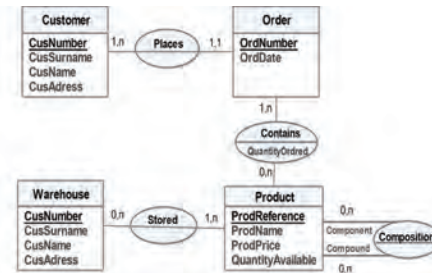


Figure 5b. Example of ER diagram with cardinality

3 Purpose of the Study

Our purpose is to investigate the effects of using concept map as a first step of data modeling in improving novice student's ability in database design (Farza, 2018). The main research questions are the following:

- Does the use of a concept map as a first step in data modeling help students to learn conceptual data modeling easier than the traditional method of learning?
- What are the errors produced by students when drawing ER diagram? Can concept map significantly reduce errors?
- Is there a significant difference between the student's scores in the experimental group and those in the control group?

4 Method

The sample of the study consisted of 50 first-year university students randomly assigned into two groups: an experimental group (22 students) and a control group (28 students). All students in both groups were not familiar with database design and never heard about concept map. They followed exactly the same course with the same teacher. The concept map was used as a first step of data modeling by the experimental group.

In this research a pre-test was conducted to evaluate students' computer science prior knowledge. A one way ANOVA showed that there was no significant difference between the pre-test scores of experimental group and control group. At the end of the course students took an identical post-test at the same time, they were asked to draw an ER diagram that satisfies the given requirements. The experimental group created a concept map and translated it into an ER diagram. Then we have analyzed the diagrams made by all the students of the two groups in order to determine conceptual modeling errors.

A survey was also distributed to the experimental group at the end of the course to determine student's satisfaction with the concept map activity. For each question the students were asked to choose as a response one of the following proposals: "Strongly agree", "Slightly agree", "Slightly disagree" and "Strongly disagree".

5 Results

As a result of the study, we found that the experimental group performed better than the control group on post-test. The average score of experimental group (4.69), in which the concept map strategy is applied, was higher than that of the control group (3.87). A one way ANOVA showed that there is a statistically significant difference between the post-test scores of the experimental and the control groups ($F = 5.456$, $p = 0.02 < 0.05$) (Farza, 2018). The success rate in the experimental group is seemingly caused by the use of the concept mapping strategy in terms of enabling learner to better understand database requirements.

We also compared the errors made on the ER diagram produced by students of the two groups. The Figure 6 shows the percentage of the four error categories in the ER diagrams in the post-test evaluation made by both groups.

This experiment shows that the cardinality errors are the most errors made by the experimental group. This type of error is due to a misunderstanding of the management rules (which are not represented in the concept map). For the control group, the percentage of attributes related errors and also the relationship related errors are higher than in the experimental group. The lower percentage for the latter group can be explained by the use of the concept map as a first step of conceptual data modeling. This may allow students to actively think about the requirements of the problem to be modeled and better understand these requirements before moving to a more complex representation (Farza, 2018).

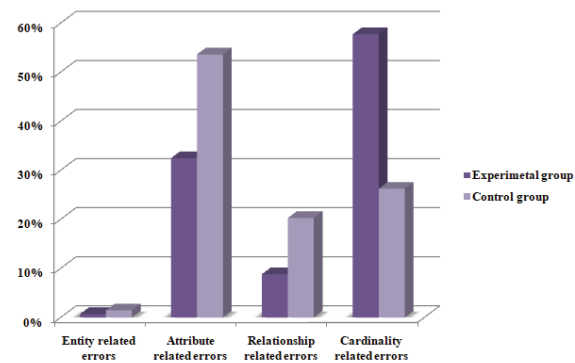


Figure 6. Percentage of errors made by students of both groups

When reviewing students' answers to the questionnaire in where students have to indicate whether they considered concept map to be useful for their learning, we found that most students believe that the concept mapping strategy in database design contributes to help them understand database requirements, makes their design easier and increases their ability to create an Entity-Relationship diagram.

The results, presented in figure 7 show that the majority of the students agree slightly or strongly that the concept map create facilities on the learning of the conceptual modeling, allow them a better understanding of the database requirements and help them in the elaboration of the ER diagram. They also agree that the translation between the concept map and the ER diagram was easy and fast. However about 50% of the participants agree slightly or strongly that they prefer elaborate the entity-relationship diagram without using the concept map because the concept map takes a long time to establish.

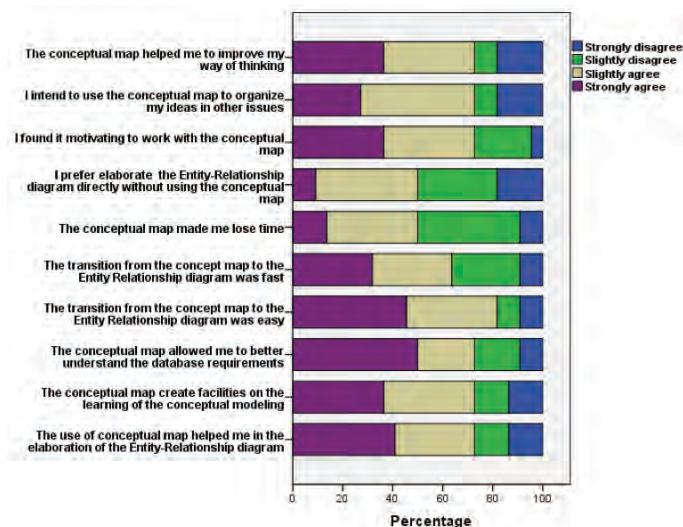


Figure 7. Student's perceived usefulness of concept mapping

6 Conclusion

This paper presents an experimental of applying the concept map as a first step in database modeling with first-year university students. The results of this study suggest that, for novice learners, the concept map strategy in conceptual data modeling is more efficient than the traditional approach because it simplifies modeling tasks. It helps to minimize the data modeling complexity and to improve novice's student's performance in database design.

A second experiment was conducted during this year where we took into account the management rules during the elaboration of the concept map to mitigate cardinality related errors. This study in progress may provide more information's about conceptual modeling errors.

References

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Farza, L. (2018). La carte conceptuelle comme outil favorisant l'apprentissage de la modélisation des bases de données. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 34 (1).
- Gómez-Gauchía, H., & McFadyen, R. (2011). Conceptual Mapping as a First Step in Data Modeling. *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*, 277-292. CRC Press.
- McFadyen, R. (2008). Designing Databases with Concept Maps. In A.J. Cañas, P. Reiska, M.K. Åhlberg & J.D. Novak (eds.), *Concept Mapping: Connecting Educators* (Vol. 3, pp. 144-147): *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 22-25 September.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Florida: Institute for Human and Machine Cognition.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Sien, V.Y., & Carrington, D. (2007). A concepts-first approach to object-oriented modeling. In Sahni, S. (éd.), *Advances in Computer Science and Technology* (pp. 108-113): *Proceedings of the Third IASTED International Conference on Advances in Computer Science and Technology*. Phuket, Thailand, 2-4 April.

ELICITACIÓN DE LOS MODELOS MENTALES CONSTRUIDOS POR LOS ESTUDIANTES MEDIANTE MAPAS CONCEPTUALES Y SU VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON MAPAS EXPERTOS

(USING CONCEPT MAPS TO ELICIT MENTAL MODELS CONSTRUCTED BY STUDENTS AND THEIR ASSESSMENT BY COMPARING THEM TO EXPERT MAPS)

Jesús M. Salinas I & Johanna B. Ayala Moreno
Doctorado en Tecnologías Educativas, Universidad de las Islas Baleares, España
Email: johannabeatriz@gmail.com, jesus.salinas@uib.es

Abstract. According to Novak and Cañas, Conceptual Maps have proven to be valid valuations of cognitive structures, which allows the assessment of the Mental Models that students construct as a result of their learning experiences in the classroom. The results of empirical tests of a proposal of mediation in the ecology of the classroom for the efficient use of simulators are presented, with a group of ninth grade students in the technology class. It seeks to verify that the experiences provided by the simulators encourage students to challenge, build and test their Mental Models. After experimenting with the Robomind simulator, the tools of CmapTools are used to evaluate the Conceptual Maps that the students elaborate by comparison with an Expert Conceptual Map, in this way it is possible to demonstrate the level of progress in the conceptual change.

Resumen.

De acuerdo con Novak y Cañas, los Mapas Conceptuales han demostrado ser valoraciones válidas de las estructuras cognitivas, lo cual permite la valoración de los Modelos Mentales que los estudiantes construyen como resultado de sus experiencias de aprendizaje en el aula. Se presentan los resultados de pruebas empíricas de una propuesta de mediación en la ecología del aula para el uso eficiente de los simuladores, con un grupo de estudiantes de grado noveno en la clase de tecnología. Se busca comprobar que las experiencias provistas por los simuladores propician que los estudiantes desafíen, construyan y prueben sus Modelos Mentales. Después de experimentar con el simulador de Robomind, se usan las herramientas de CmapTools para valorar los Mapas Conceptuales que los estudiantes elaboran por comparación con un Mapa Conceptual Experto, de esta forma se logra evidenciar el nivel de avance en el cambio conceptual.

Keywords: concept mapping, mental models, conceptual change, simulator.

1 Marco de la Experiencia: Investigación en Tecnologías Educativas

La experiencia de uso de Mapas Conceptuales, (MC en adelante), hace parte de la tesis doctoral “Uso de herramientas computacionales de simulación para la construcción de modelos mentales”, una propuesta que indaga sobre integración eficiente de los elementos tecnológicos, pedagógicos y organizacionales dentro de la ecología del aula para buscar la manera de obtener el mejor provecho en el uso de los simuladores como herramientas cognitivas, siendo este el llamado de la investigación en los nuevos escenarios educativos que estamos configurando (Salinas, 2016).

El problema de investigación parte de la necesidad de afrontar el verdadero reto de la educación en la era digital, entendido como el desarrollo de las habilidades y competencias de orden superior que les permitan a los estudiantes, no solo sobrevivir, sino también desarrollarse y triunfar en la sociedad del conocimiento (Cobo & Moravec, 2011), (Coll, 2004). Para efectos del estudio, se entiende que las experiencias provistas por los simuladores propician que los estudiantes desafíen, construyan y prueben sus MM, (MM, en adelante). En ese sentido se busca proponer la manera de superar las limitantes en su incorporación en el aula y favorecer la construcción de MM flexibles, necesarios para provocar el cambio conceptual como verdadero resultado de la educación. El estudio se desarrolla bajo el paradigma de la investigación cualitativa con el diseño metodológico de la Investigación Basada en el Diseño, IBD, que es flexible e interactiva y contempla cuatro fases: la investigación preliminar, la integración teórica, las pruebas empíricas y la fase de documentación y divulgación (De Benito & Salinas, 2016). La experiencia expuesta en este artículo hace referencia a la forma en que se usaron los MC en la primera interacción de la fase de pruebas empíricas.

2 Marco Teórico

El MC de la figura 1 presenta la relación entre los pilares del marco conceptual. Las herramientas computacionales para la simulación, reproducen situaciones y fenómenos con variables controladas en contextos muy parecidos a los reales, disminuyendo costos, tiempo y riesgos, pero, su mérito radica en el uso pedagógico y en la concepción de la simulación como metodología de enseñanza para entrenar al estudiante en la toma de decisiones y el desarrollo de competencias y habilidades específicas (Corvetto et al., 2013), (Kollöffel & De Jong, 2008), (Palés Argullós & Gomar Sancho, 2010), (Salinas & Ayala M., 2017).

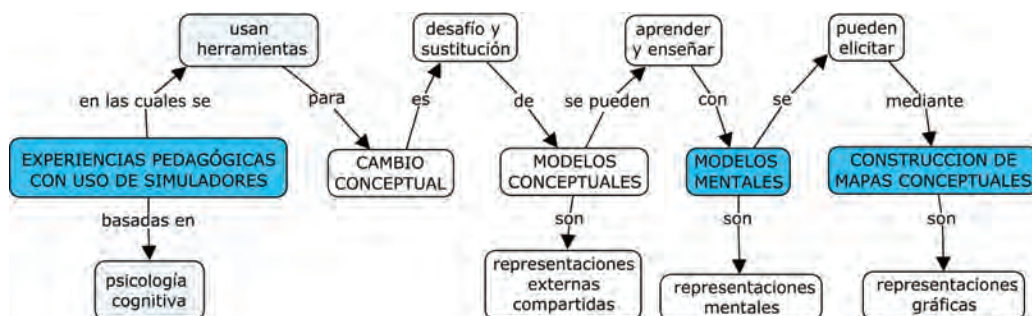


Figura 1. Mapa conceptual de la relación entre los componentes del marco teórico. Fuente: el autor.

Un ejemplo de este tipo de herramientas es Robomind, que es un micromundo de realidad virtual capaz de simular un robot de desplazamiento llamado “Robo”, con una consola de programación básica para controlar entradas de sensores de proximidad y movimientos en el plano bidimensional; ofrece una versión cliente de escritorio y un servicio en línea con una plataforma para el entrenamiento en pensamiento computacional y currículos particulares para primaria, secundaria, escuela en casa y estudiantes avanzados. El software es licenciado bajo las leyes de los Países Bajos, fue creado por un grupo de expertos en telecomunicaciones, desarrollo de software, inteligencia artificial y educación en tecnología. Ofrece una licencia gratuita de prueba de 30 días para la versión de escritorio y una decena cursos abiertos en línea soportados desde su plataforma de entrenamiento, (Kochakornjarupong, 2010).

El cambio conceptual puede ser el resultado de la instrucción o del descubrimiento y tiene lugar cuando el estudiante cambia su manera de entender los conceptos y, por ende, cambia sus propias ideas y conceptos científicos y naturales; es decir se da una transformación y ampliación de su estado de conocimientos. La forma más radical del cambio conceptual es el desafío y sustitución de los modelos conceptuales. Los modelos conceptuales son representaciones externas compartidas consistentes con el conocimiento científico, estos se pueden aprender y enseñar por medio de MM. Estos también soportan el razonamiento, la toma de decisiones, el comportamiento y los mecanismos de filtrado y almacenamiento de la información, cada individuo los construye a través del pensamiento análogo utilizando procesos cognitivos, por naturaleza como resultado de la biología o del aprendizaje, por descubrimiento o por recepción y en este proceso tiene un papel importante la lengua, como medio para la negociación de significado. Se construyen y ejecutan en la memoria de trabajo, se prueban constantemente y sólo si resultan funcionales se almacenan en la memoria a largo plazo (Gilar Corbi, 2003), (Jonassen, 2004), (Jones, Ross, Lynam, Perez, & Leitch, 2011), (Novak & Cañas, 2008) y (Moreira, Ileana, & Rodríguez, 2002).

Es clara la relación entre los MM y el cambio cognitivo, ahora la cuestión es ¿cómo valorarlos? Según Jonassen, hay pocos trabajos que estudien cómo valorar de manera efectiva el cambio conceptual, las herramientas existentes presuponen que el cambio conceptual puede valorarse comparando las estructuras cognitivas de los estudiantes. En ese orden de ideas, el reto está en lograr elicitación de esas estructuras cognitivas. Algunos de los métodos que podrían usarse son: el análisis de los protocolos de interacción de los estudiantes a la hora de resolver o explicar un problema, entrevistas estructuradas, mapas conceptuales que producen los estudiantes, los experimentos diseñados por los estudiantes, modelos de sistemas que producen los estudiantes (Jonassen, 2004).

Los MC han demostrado ser valoraciones válidas de las estructuras cognitivas y su manejo en el aula se puede hacer de manera independiente y simultánea por parte de los estudiantes. Adicionalmente existen herramientas como

CmapTools que hacen eficientes tanto la construcción como la valoración de los MC (Novak & Cañas, 2008) (Salinas & Ayala M., 2017).

3 Descripción de la Experiencia

Como primera medida, con el objetivo de contextualizar el uso que se dio a los MC en el aula, es importante presentar la propuesta de mediación desarrollada. Esta tiene en cuenta 5 elementos que se interrelacionan en la ecología del aula: las características del contexto, el momento, los elementos instruccionales del simulador, los roles y los mecanismos de verificación.

Para validar los presaberes, al inicio de la experiencia; antes de empezar a utilizar el simulador, se presentó a los estudiantes el listado de los 37 conceptos que se buscaba incorporar al mapa y se les propuso el reto construir con estos términos un mapa conceptual. La mayoría de “términos” eran desconocidos para ellos, así que se les motivó a incluir en el MC sólo aquellos términos que les fueran familiares de algún modo, aunque no pudieran explicar con claridad su significado, e intentaran relacionarlos con líneas aunque no encontraran el conector exacto que pudiera explicar la relación. Este ejercicio se realizó dibujando el MC en papel. Se tomó como muestra uno de los grupos con un total de 30 estudiantes, haciendo conteo manual de los conceptos que lograron incorporar, adicionalmente algunos estudiantes digitalizaron sus mapas iniciales en CmapTools.

Una vez realizadas las sesiones de clase con el simulador de *Robomind*, con la metodología de mediación propuesta, se pidió a los estudiantes que realizaran una versión final del MC aplicando lo que lograron aprender durante la práctica. Se analizaron 86 MC en total, 19 correspondientes a la versión inicial y 67 a la versión final, elaborados por una muestra de 67 estudiantes. Para ello, se contemplaron dos alternativas, que permiten contar la cantidad de conceptos, enlaces y proposiciones en comparación con un MCE. Una es la herramienta de comparación de CmapTools para comparar uno a uno y otra es extensión *CmapAnalysis* que proporciona métricas de un paquete de mapas. Aunque la segunda opción permite personalizar y detallar más los metadatos y métricas a analizar de los MC, se seleccionó primera, teniendo en cuenta que el número de mapas a analizar era manejable y que al hacerlo uno a uno se complementaba el conteo automático con un análisis cualitativo por parte del docente. El MCE tiene 36 proposiciones, 51 conectores y 37 conceptos. La herramienta de comparación utiliza estos parámetros para comparar, además de determinar los textos completos o parciales en los conceptos, y arroja un informe del porcentaje de similitud en cada uno de ellos. Se compararon 1 a 1 los MC finales elaborados por los estudiantes con el MCE.

En la primera versión del MC, los estudiantes lograron utilizar en promedio 15 de los 37 conceptos presentados, entre el 20% y el 80% de los conceptos tenían algún significado para ellos. En su primer mapa los estudiantes intentaron dar un orden lógico y jerárquico a los conceptos, en algunos se observó que integraron un número reducido de conceptos, sin embargo los relacionaron intuitivamente con cierta lógica, demostrando unos pre-conceptos básicos sobre la programación de robots. Los mapas iniciales se compararon con los finales y se encontró que, en promedio, la muestra seleccionada mejoró en un 6% la similitud de sus proposiciones con el MCE, en un 9% las conexiones y un 19 % los conceptos. En lo que corresponde al análisis de los MC finales, el criterio en el que los estudiantes más lograron aproximarse al MCE fue en la integración de conceptos, mientras que el aspecto que más se les dificultó fue la conformación de proposiciones similares a las del MCE, lo cual resulta coherente con el propósito de la experiencia, que buscaba llevar a los estudiantes a un primer acercamiento a la programación de robots, por lo cual puede considerarse que el nivel de comprensión del tema es satisfactorio.

En una primera etapa del cambio cognitivo, el estudiante da significado a los nuevos conceptos, por lo tanto se infiere que si logra incorporarlos en su MC demuestra un nivel inicial en el cambio cognitivo que se busca. Los estudiantes lograron incorporar un promedio de 23,5 conceptos, en contraste del promedio de 15 conceptos iniciales, de un total de 37 conceptos empleados en el MCE. Esto nos dice, que después de la experiencia con el simulador, los estudiantes lograron dar significado a un mayor número de conceptos.

Otro de los criterios de comparación es el número de conectores. El software cuenta el número de líneas de conexión de entrada y salida de cada concepto. Entonces, las conexiones están asociadas a los conceptos. Por lo tanto se podría decir que el criterio de comparación “conexiones” es dependiente de los conceptos (de texto completo o parcial) similares detectados por el software. Resultados de la comparación, muestra que cerca de la

mitad de los estudiantes lograron establecer del 0 al 10% de conexiones similares al MCE; y sólo cuatro estudiantes lograron aproximarse a las conexiones en un porcentaje entre el 50 y 80%.

Pero, en definitiva, el criterio más exigente de la comparación que hace CmapTools es el porcentaje de similitud en las proposiciones. Los resultados muestran que la gran mayoría de los estudiantes alcanzaron a un 10 % de similitud. Y es que para que el software detecte la similitud de una proposición, deben coincidir los conceptos, las conexiones y los enlaces. En este punto, se insiste en dilucidar que el propósito de la experiencia no era llevar a los estudiantes a un nivel de expertos.

4 Conclusiones

En la sociedad del conocimiento el propósito de los procesos de enseñanza – aprendizaje debería ser el cambio conceptual, este puede propiciarse con la construcción de Modelos Mentales, por lo tanto resulta pertinente propiciar a los estudiantes experiencias que les permitan validar la eficiencia de sus MM. Los simuladores permiten este tipo de experiencias, involucrando al estudiante en un rol protagónico con un compromiso serio en su proceso de construcción de nuevos saberes.

Los Mapas Conceptuales se constituyen como una técnica de elicitación para hacer explícitos los Modelos Mentales que los estudiantes construyen a través de las experiencias con los simuladores. Estos pueden ser valorados por comparación con un mapa conceptual experto MCE, respecto a sus conceptos, enlaces y proposiciones, mediante la herramienta que para ello proporciona CmapTools.

Los Mapas Conceptuales que el estudiante elabora evidencian su avance en el cambio conceptual. Un primer nivel se manifiesta al incorporar nuevos conceptos a los MC, lo cual sugiere que les está dando significado dentro de su estructura cognitiva. En segunda instancia, el uso de enlaces refleja que el estudiante se acerca a los modelos científicos en la forma en que relaciona los nuevos conceptos. Finalmente, cuando las proposiciones de los MC del estudiante coinciden con las del MCE, puede verificarse que se consiguió el cambio conceptual que buscaba la experiencia de aprendizaje.

Referencias

- Cobo, J. C., & Moravec, J. W. (2011). Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación. Razón y palabra, ISSN-e 1605-4806, N°. 77, 2, 2011 (Ejemplar dedicado a: El otro calentamiento global). [Proyecto Internet del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México]. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3829327>
- Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación. Una mirada constructivista. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, (25), 1–24. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815899016>
- Corvetto, M., Bravo, M. P., Montaña, R., Utili, F., Escudero, E., Boza, C., ... Dagnino, J. (2013). Simulación en educación médica: una sinopsis Simulation in medical education: a synopsis. *Artículo de Revisión Rev Med Chile*, 141, 70–79. Retrieved from <http://www.scielo.cl/pdf/rmc/v141n1/art10.pdf>
- De Benito, B., & Salinas, J. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa Design-Based Research in Educational Technology. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, (0), 2529–9638. <http://doi.org/10.6018/riite/2016/260631>
- Jonassen, D. (2004). Procesos de aprendizaje mediante las TIC. In *Del docente presencial al docente virtual*. (Editorial UOC). Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=253717>
- Kochakornjarupong, D. (2010). A Web-based System Design for Enhancing Learning Problem Solving in Artificial Intelligence. In *The Seventh International Conference eLearning for Knowledge-Based Society*. Retrieved from [http://www.robomind.net/downloads/publications/A Web-based System Design for Enhancing Learning Problem Solving in Artificial Intelligence - 42_Full_Online_AI_PBS_V18_Duenpen.pdf](http://www.robomind.net/downloads/publications/A%20Web-based%20System%20Design%20for%20Enhancing%20Learning%20Problem%20Solving%20in%20Artificial%20Intelligence%20-%2042_Full_Online_AI_PBS_V18_Duenpen.pdf)

- Kollöffel, B., & De Jong, T. (2008). *Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: Combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab*. Retrieved from <http://users.edte.utwente.nl/jong/kolloffeldejongJEE.pdf>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition. Available at: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Palés Argullós, J. L., & Gomar Sancho, C. (2010). El uso de las simulaciones en educación médica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(2), 147–169. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201014893008>
- Salinas, J. (2016). La investigación ante los desafíos de los escenarios de aprendizaje futuros. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 32. <http://doi.org/10.6018/red/50/13>
- Salinas, J., & Ayala M., J. B. (2017). Uso de simuladores en el aula para favorecer la construcción de modelos mentales. In *EDUTEC_2017*. Santiago, Chile. Retrieved from <http://edutec2017.cl/index.php/programacion/descarga-libro-resumenes.html>

EL USO DE LOS MAPAS ANDAMIOS COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DE LA CIENCIAS SOCIALES EN ESTUDIANTES DE 6^º, SAN MIGUELITO, PANAMÁ

(THE “SCAFFOLDING” MAPS AS STRATEGY TO IMPROVE THE UNDERSTANDING OF SOCIAL STUDIES IN 6TH GRADE STUDENTS, SAN MIGUELITO, PANAMA)

Ernesto Sánchez Schultz, & María Inés Rentería
Escuela República de Italia, San Miguelito, Panamá
Email: ersanchez19@gmail.com, renteriamarines2269@hotmail.com

Abstract. Technology offers us today a new range of opportunities to enrich the learning processes within the classroom. The teacher must know how to capitalize on that student's interest and motivation through the use of technological tools. Among the elements that integrate computer technology is the educational hardware and software. These basic elements of computer science must be of domain and knowledge on the part of the teacher. In most cases, teachers (digital immigrants) conceive their role as transmitters of information; reciprocally, students see themselves as recipients of our knowledge (Piscitelli, 2009). The scenario in the classroom has changed, the roles have been reconfigured and the teacher is more a guide of the process, allowing the student to have a more dynamic, active and preponderant participation in the construction of their own learning. However, the real challenge lies in how to make the best use of ICT, in such a way that it produces a significant improvement in the quality of the teaching-learning process. Sharing good pedagogical practices, being transmitting agents of knowledge and information, promoting flexibility within the system and responding to the interests and needs of society, improving the internal and external efficiency of the education system and achieving meaningful learning are some of the postulates that the incorporation of ICT within the classroom should meet.

Keywords: concept mapping, Knowledge, Scaffolding Maps, meaningful learning, Social Sciences, ICT, Competences, teaching-learning

1 Introducción

Con el uso de las nuevas tecnologías el docente tiene ahora la tarea de crear los materiales y recursos didácticos que servirán de apoyo a que las experiencias de aprendizaje sean más productivas. El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de implementar el uso de “Mapas Andamios” en las asignaturas de Ciencias Sociales con el programa CmapTools para la construcción de mapas conceptuales y de esta forma mejorar la comprensión de los contenidos en los estudiantes de 6^º de la Escuela República de Italia, San Miguelito, Panamá.

Como estrategia didáctica ya habíamos implementado el uso de los mapas conceptuales, sin embargo, era de manera general y en todas las materias. Los resultados positivos nos llevaron a aplicarlos en este periodo lectivo en una materia específica “Ciencias Sociales”, como una manera de evidenciar el impacto de esta herramienta y los resultados positivos dentro del aula de clase. De acuerdo con (Sánchez, E. 2015). “En nuestro entorno nos encontramos con docentes que hacen mucho, poco o ningún uso de tecnologías para el aprendizaje, a pesar de que actualmente existen pocas barreras para el acceso a la tecnología y al conocimiento”.

2 Justificación

La educación debe reflejar la diversidad de necesidades, expectativas, intereses y contextos culturales. Esto constituye un gran desafío, dadas las características de la globalización que tiende a fomentar la uniformidad. “El desafío principal consiste en darle el mejor uso posible a las TIC, de forma tal que permitan mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, compartir conocimientos e información, crear un sistema flexible que responda a las necesidades de la sociedad, bajar los costos de la educación y mejorar la eficiencia interna y externa del sistema educativo” (Semenov A. (2005).

Para Rossado, V. (2016), Durante el proceso de aprendizaje, es importante que el alumno pueda adquirir conocimientos de carácter significativo. Éste se produce cuando el alumno entiende lo que está aprendiendo, alcanzando un nivel de conocimiento y comprensión que se mantiene a largo plazo.

Es importante recalcar a lo largo de esta experiencia de aprendizaje en el uso de “Mapas Andamios” , la situación de como favorecer el uso de mapas conceptuales y recursos tecnológicos de las TIC por parte del docente en favor de la construcción de conocimiento. Pero el uso de la tecnología requiere una actitud proactiva y de perfeccionamiento continuo. Surge entonces la pregunta ¿Cómo introducirla? ¿Qué actividades hacer? ¿Qué tipo de modalidad, individual o colectiva?.

Lo primero ante todo es la presencia del ordenador, y que la misma sea desde los primeros años de escolaridad. Incrementar su uso debe ser progresivo al igual que las experiencias entre el docente y el alumno, utilizarlo con diversos fines tales como: experiencias lúdicas, informativas, de comunicación e instructivas, entre otras. Existe hoy la tecnología “streaming” o la gamificación en las que la interacción dentro del aula puede ser realmente fascinante.

Nuestra apuesta por los “Mapas andamios” creemos que nos encarrila en la dirección correcta, habrá errores en el proceso, es parte de ello, sin embargo, en la perseverancia y con una actitud positiva los efectos a largo plazo hablarán por sí solos.

3 Objetivos:

- Conocer el uso que tienen los mapas andamios como estrategia dentro del aula de clases.
- Implementar el software CmapTools, como herramienta para la comprensión de los temas académicos de Ciencias Sociales.
- Reflexionar sobre la práctica pedagógica del docente en la actualidad.
- Compartir la experiencia de buenas prácticas con respecto al uso de la tecnología dentro del aula de clases.
- Promover un repositorio común internacional en la que los docentes tengan acceso a recursos para uso con sus estudiantes.

4 Metodología

Este artículo de investigación fue de carácter no experimental y de tipo descriptivo debido a que el alcance responde al propósito de interpretar los beneficios del uso de las herramientas TIC dentro del aula de clases. Se llevaron a cabo diversas formas de implementación de los mapas conceptuales dentro del 6 ° grado B de la Escuela República de Italia, San Miguelito, Panamá.

Primera etapa: En el mes de septiembre de 2017 iniciamos el uso de las herramientas TIC con los estudiantes del 5°B, Construcción manual de mapas, el uso del software CmapTools y la aplicación de kahoot para medir sus conocimientos.

Segunda Etapa: 2018 los estudiantes fueron promovidos a 6°, hemos implementado el uso de Mapas andamios sobre los que los estudiantes tenían que ampliar y agregar información en la asignatura de Ciencias Sociales.

Tercera etapa: Uso del software CmapTools para la construcción autónoma de los mapas conceptuales a manera individual a partir de una lección de Ciencias Sociales. Adicional la aplicación kahoot para estimular la participación, competencia y el aprendizaje significativo.

5 Resultados

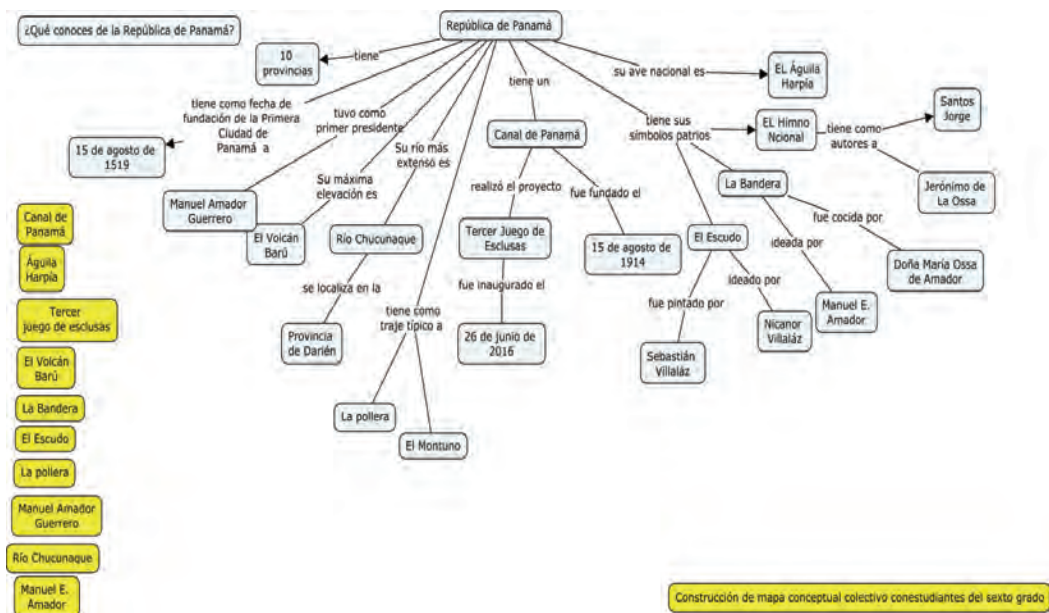


Figura 1. Mapa Andamio. Asignatura Ciencias Sociales. Pregunta de enfoque: ¿Qué conoces de la República de Panamá?



Figura 2. Actividad Construcción de Mapa conceptual “Grupal” a partir de un “Mapa Andamio”



Figura 3. Momento en el que colocan el último concepto del “Mapa Andamio” para continuar de manera individual sus mapas.



Figura 4. Estudiante Complementa su mapa conceptual con conceptos adicionales.



Figura 5 .Uso de Kahoot para medir conocimientos de manera formativa, Luego de la Construcción de Mapa Conceptuales reforzando los conocimientos y que sea significativo el aprendizaje.

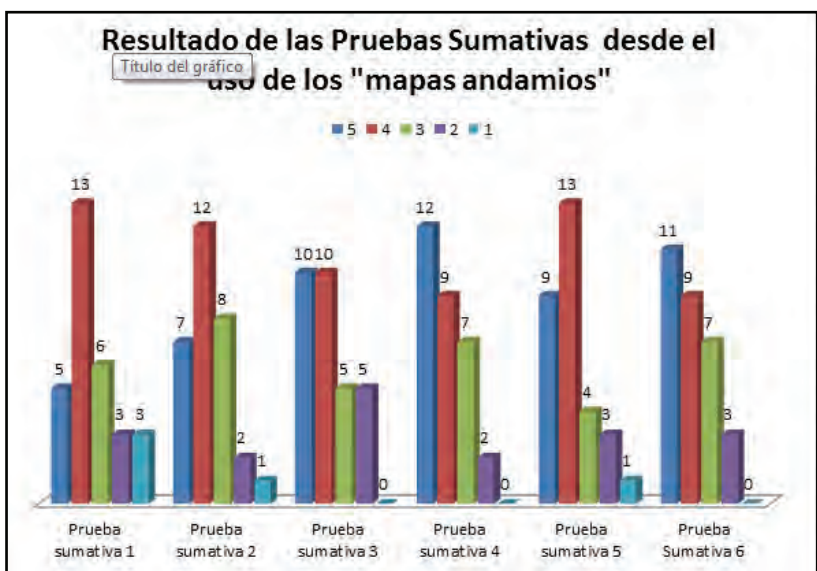


Figura 6. Gráfica sobre los resultados de los mapas andamios en la asignatura Ciencias Sociales.

6 Conclusiones

Luego de la experiencia realizada podemos compartir los siguientes resultados los cuales consideramos como positivos y que nos animan a extender esta experiencia a las demás asignaturas:

1. Motivación dentro de los estudiantes.
2. Incremento en la asistencia a clases. Los estudiantes se han entusiasmado en acudir a clase y faltar menos. Inicialmente la asistencia era del 83%, actualmente es de 96%.
3. Mejoró el compromiso de los estudiantes con otras actividades paralelas para ampliar los temas tales como: Maquetas, charlas, conversatorios, a partir de los mapas conceptuales.
4. Mejoró el uso del laboratorio de clases, el tiempo se les va, la experiencia académica promueve la investigación, discusión y reflexión de los temas.
5. Aquellos estudiantes retraídos y callados se han integrado en las actividades grupales y en los talleres con kahoot.
6. Se incorporó el uso de TIC en el aula de clases. Los estudiantes traen sus dispositivos, el uso es académico.
7. Fomentar el sentido de amor patriótico al aprender de manera significativa sobre la historia del país por medio de la asignatura de Ciencias Sociales.

7 Referencias

- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Sánchez, E. (2015). CMAPTOOLS como herramientas para la construcción de conocimiento a nivel superior.
- Piscitelli, A. (2009). Alfabetización en la Era Digital, Dieta Cognitiva, Inteligencia Colectiva y Arquitectura de la Participación.
- Belloch, C. (2012). Tele información. Las TIC en las Diferentes Modalidades de enseñanza/aprendizaje.
- Semenov, A. (2005). Uso de las TIC's en la Educación. UNESCO, Manual para Docentes.
- Bautista, M., Martínez, A., Hiracheta, R., (2014). El Uso de Material Didáctico y las Tecnologías De Información y Comunicación.
- Martín, E. (2006). UNESCO. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los Sistemas Educativos.
- Escalona, M (2005). Los Ordenadores en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias. Fundamentos para su Utilización. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653).
- Morón, M. (2010). Una Herramienta para Aprender: El Ordenador en las Aulas de Educación Infantil. *Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza*. Temas para la Educación.

FORMACIÓN DOCENTE APOYADA EN MAPAS CONCEPTUALES. LA EXPERIENCIA DE LA UDES EN EL NIVEL DE POSTGRADO

(TEACHER TRAINING SUPPORTED BY CONCEPT MAPS. THE UDES EXPERIENCE AT THE GRADUATE LEVEL)

Rafael Lizcano & Olga Lucia Agudelo
Universidad de Santander UDES, Colombia
Rafael.lizcano@cvudes.edu.co, Olga.agudelo@cvudes.edu.co

Abstract. Pedagogy, technology and management are key elements in the teachers' graduate training process: Specialization in Applied Information and Communication Technologies for Teaching (ICT) and Masters in Education Management Technology, which started to develop since 2013 at the Universidad de Santander. These programs generate projects that maximize the potential of the learning environment created by the ICT. During the postgraduate process, students participate in society's different environments within the society to debate public policies on ICT, to analyze impacts and the potential of new technologies, and to lead and address technological changes in educational institutions. Students also participate in interdisciplinary teams that oversee the teaching management projects. They develop and evaluate research projects in the field of Education Technology, and ICT's communities are formed with professionals whose focus is education (UDES, 2017). This program, developed virtually 100%, has ended in high levels of school retention, satisfaction, and a huge impact on the educational community. These results are due, among other factors, to the strategic methodology applied and the education resources available. This article pretends to illustrate how to articulate the concept maps as a support of resources, as a strategy for methodology, evaluation, as an experience for the achievements and challenges that students face in training process for XXI century teachers.

Resumen. Pedagogía, tecnología y gestión son elementos clave en el proceso de formación de docentes de los postgrados: Especialización en Aplicación de TIC para la Enseñanza y Maestría en gestión de la tecnología educativa, que se viene desarrollando desde el año 2013 en la Universidad de Santander y en los cuales se generan proyectos que aprovechan el potencial de los ambientes de aprendizaje mediados por TIC, se participa en diferentes escenarios de la sociedad, donde se debaten las políticas públicas sobre las TIC, se analizan impactos y potencialidades de las nuevas tecnologías, se lideran y orientan cambios tecnológicos en instituciones educativas, se participa en equipos interdisciplinarios responsables de la gestión de proyectos educativos, se desarrollan y evalúan trabajos de investigación en el campo de la Tecnología Educativa y se forma parte de comunidades TIC con profesionales interesados en el campo de educación (UDES, 2017). Esta formación, que se desarrolla en modalidad 100% virtual, ha logrado tener niveles altos de retención escolar, satisfacción y gran impacto en la comunidad educativa y ello se debe entre otras variables a las estrategias metodológicas aplicadas y a los recursos educativos disponibles. En este artículo se pretende mostrar cómo se han articulado los mapas conceptuales como recursos de apoyo, como estrategia metodológica y como estrategia de evaluación, la experiencia, los aciertos y los retos que se enfrentan al usarlos en la formación de docentes del siglo XXI.

Keywords: teacher training; concept mapping; graduate level

1 Contexto de la Experiencia

La educación precisa desde los docentes una actualización permanente para responder a las necesidades y requerimientos del siglo XXI, es por ello que a través de la formación buscan actualización en temas de vanguardia relacionados con su tarea: nuevas herramientas, diversidad de estrategias, aplicación de otros modelos, reconocimiento del contexto, avances en las disciplinas específicas.

La Especialización en Aplicación de TIC para la Enseñanza y la Maestría en gestión de la tecnología educativa de la Universidad de Santander, se alinean con ese propósito preparando profesionales desde una perspectiva Ética, Humanística, Pedagógica y Tecnológica, con una visión amplia de la importancia que tiene la tecnología en el ambiente educativo. (UDES, 2017). Todos los elementos que intervienen en la formación de estos docentes, se definen, se caracterizan y se interrelacionan entre sí, generando un diseño instruccional dinámico y flexible y propiciando ambientes de aprendizaje que favorecen su implementación. En este orden de ideas, se pretende a través de este artículo mostrar el uso y aplicación de los mapas conceptuales dentro del proceso, lo cual se puede resumir en tres estrategias:

1.1 Como recurso dentro del diseño instruccional

Nieto (2010), explica que el enfoque constructivista del Diseño Instruccional requiere:

- La valoración de conocimientos previos, creencias y motivaciones de los estudiantes.

- El establecimiento de relaciones entre los conocimientos para la construcción de redes de significados.
- La capacidad de construir significados a base de reestructurar los conocimientos que se adquieren.
- La autonomía de los estudiantes para dirigir sus capacidades y construir sus conocimientos.

Retomando esta postura, este proceso de formación que es 100% virtual, cuenta con un Libro Electrónico Multimedial-LEM para cada uno de los módulos. Los LEM son auténticos y propios con propuesta pedagógica y didáctica habilitantes del aprendizaje significativo autónomo, tienen un formato didáctico que constituye la herramienta de apoyo del Profesor-Consultor y del Tutor al proceso de aprendizaje. Sus contenidos están enriquecidos por los anexos temáticos relevantes al tema principal y por los temas de origen en las diferentes páginas de la Web, para los cuales se proponen vínculos desde el espacio virtual en la plataforma que alberga el programa.

El LEM de cada módulo está compuesto por un texto guía, ficha resumen, documentos anexos, enlaces temáticos, presentaciones, simulaciones, casos y problemas reales prototipo, glosarios y ayudas técnicas y didácticas para el aprendizaje. y un Mapa Conceptual (Figura 1) que aplica la definición de Novak (2016) en la medida en que es un elemento gráfico que crea, en primera instancia, un proceso recordatorio de un concepto o tema. Con el simple hecho de observar el Mapa, el alumno potencializa la capacidad de aprender y de recordar, logrando un aprendizaje interrelacionado pues no aísla los conceptos. Además, por su diseño gráfico, estimula la creatividad y supera los obstáculos de la expresión escrita, tendiendo a la generación de nuevas ideas y asociaciones en las que, posiblemente, no se habían pensado antes.

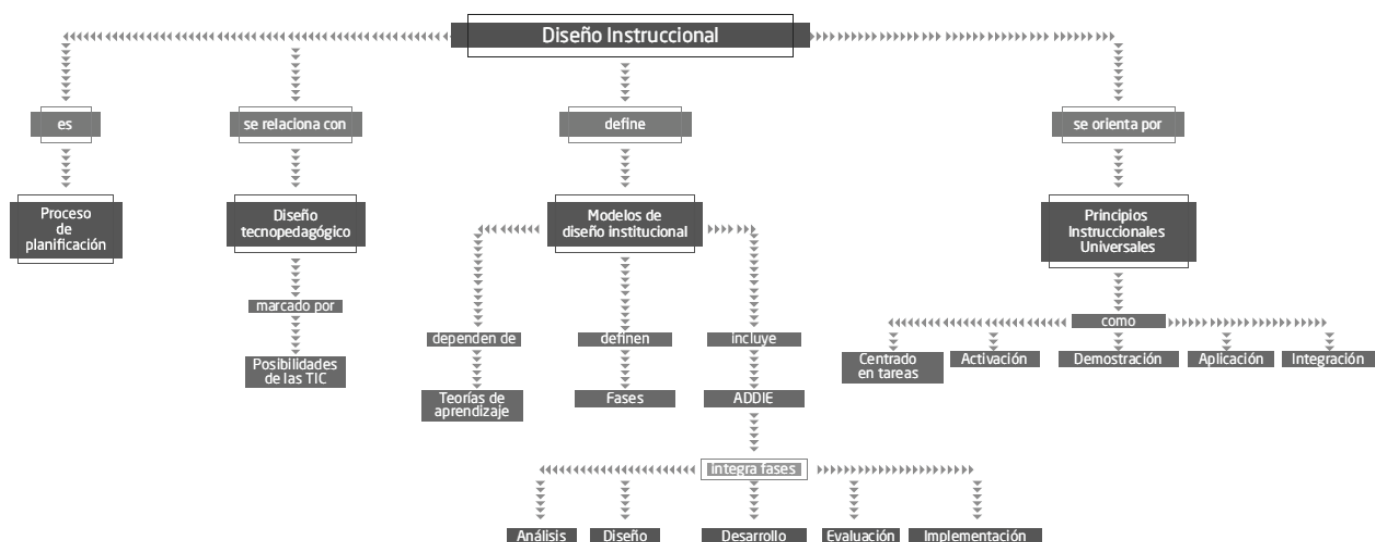


Figura 1. Mapa Conceptual del Libro electrónico multimedial del módulo Diseño y construcción de Recursos Educativos Digitales-

Fuente: <http://aulavirtual.eaie.cvudes.edu.co/>

1.2 Como estrategia de aula

Los mapas conceptuales son una representación gráfica de las interconexiones mentales entre conceptos y conocimientos y son usados en las aulas para ayudar a los estudiantes a relacionar sus estructuras cognitivas y el conocimiento auto-construido, basados en estas teorías, en el proceso formativo de la UDES se utilizan de manera continua como una estrategia que activa y potencia el aprendizaje (Tabla 1) y permite identificar procesos de investigación, mostrar resultados de preguntas que han orientado el desarrollo de un proceso educativo, interpretar teorías, lecturas, obras literarias, diseñar propuestas, organizar trabajo colaborativo (Novak & Cañas, 2006). Los mapas conceptuales no solamente son una herramienta poderosa para capturar, representar, y archivar el conocimiento de individuos, sino también para crear nuevo conocimiento (Novak & Cañas, 2006).

Para facilitar el trabajo con mapas conceptuales, CmapTools (Cañas *et al*, 2004), software diseñado por el Institute for Human and Machine Cognition se convierte en una potente herramienta para su construcción, enfatizando en las posibilidades del trabajo colaborativo y en la manera de enlazar recursos que apoyan el conocimiento representado en los mapas, conformando modelos de conocimiento (Cañas *et al*, 2000), es por ello que desde el programa se recomienda su uso en la versión online y en la de escritorio.

Pasos	Descripción
1	Realice la lectura del capítulo 3 del Libro Electrónico Multimedial (LEM) y del material complementario propuesto para la actividad.
3	Tenga en cuenta las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las características del Modelo Virtual de la UDES? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las herramientas disponibles en el Aula Virtual? ¿Cuáles son las características que debe asumir como estudiante virtual?
5	Participe constructivamente en la discusión con sus compañeros a través del Foro.
6	Inicie la construcción de un mapa conceptual. Identifique los principales componentes del Aula Virtual y los actores que intervienen en el proceso e inclúyalos en el primer nivel del mapa.
7	Organice el Mapa Conceptual de manera que describa detalladamente los diferentes componentes. Se recomienda utilizar para esto un software especializado o un sitio Web. Se recomiendan: CmapTools y Cmap Cloud

Tabla 1: Actividad 3- Módulo Entornos Virtuales de Aprendizaje- Fuente: <http://aulavirtual.eaie.cvudes.edu.co/>

1.3 Como estrategia de evaluación

MAPA CONCEPTUAL						
INDICADOR:	Identifica los componentes que hacen parte del modelo virtual de la UDES a través de su Campus Virtual UDES y sus principales características					
Criterio de Calidad	Indicadores de Calidad	Niveles y Rangos de Calificación				Porcentaje
		Nivel 4 4,3 – 5,0	Nivel 3 3,5 – 4,2	Nivel 2 2,3– 3,4	Nivel 1 1,0– 2,2	
Demuestra conocimiento del tema en la construcción del mapa conceptual.	Utilización de las reglas de construcción del mapa conceptual.	El mapa conceptual presenta nodos y relaciones claramente diferenciados. Es posible realizar la lectura de todas las proposiciones con sentido.	El mapa conceptual presenta nodos y relaciones claramente diferenciados. Es posible realizar la lectura de la mayoría de las proposiciones con sentido.	El mapa conceptual presenta términos relacionados pero no se diferencian los nodos y relaciones. Es posible realizar la lectura de algunas proposiciones con sentido.	El mapa conceptual presenta términos relacionados, pero no se diferencian los nodos y relaciones. No es posible leer algunas proposiciones con sentido.	20%
	Manejo conceptual y dominio del tema.	Demuestra construcción profunda y significativa del conocimiento, mediante un mapa que incluye 5 niveles o más de profundidad en el detalle de los conceptos.	Demuestra construcción significativa del conocimiento, mediante un mapa que incluye 3-4 niveles de profundidad en el detalle de los conceptos.	Demuestra poca construcción del conocimiento, mediante un mapa que incluye como máximo 2 niveles de profundidad.	No se establecen claramente los niveles de detalle conceptual en el mapa.	50%
	Lenguaje.	Emplea un vocabulario amplio, adecuado y comprensible, con términos técnicos vinculados con la temática del mapa.	Emplea un vocabulario aceptable y comprensible. Utiliza la mayoría de términos técnicos de forma adecuada.	En algunos componentes del diagrama emplea un vocabulario pobre. Utiliza algunos términos técnicos en forma adecuada.	El vocabulario empleado es bastante pobre y poco comprensible. Hay carencia o no maneja términos técnicos.	20%
Organiza adecuadamente el producto presentado.	Calidad de la presentación (organización, ortografía, estilo).	Muestra orden y organización en el mapa, con niveles bien diferenciados. No tiene errores de ortografía, ni gramaticales.	Muestra orden y organización en el mapa, con niveles bien diferenciados. Presenta algunos errores de ortografía o gramaticales.	Muestra poca organización en el mapa, no hay niveles de aprendizaje. Presenta muchos errores de ortografía y gramaticales.	No hay orden en la evidencia de aprendizaje. Presenta muchos errores de ortografía y gramaticales.	10%
Calificación Final de la Evidencia						100%

Figura 2. Rúbrica para el Mapa Conceptual - Fuente: <http://aulavirtual.eaie.cvudes.edu.co/>

Dentro del proceso evaluativo en los programas de postgrado que impactan la formación de docentes, se utilizan entre otros instrumentos y herramientas, la construcción de mapas conceptuales, como trabajo individual o como resultado de un proceso colaborativo. Los mapas construidos por los estudiantes son evaluados a partir de una rúbrica que conocen desde el inicio del módulo (Figura 2).

2 Resultados y Limitaciones

Los elementos que conforman el ambiente de aprendizaje propuesto, se interrelacionan entre sí para lograr mejores resultados y constituyen un sistema que involucra los mapas conceptuales en diferentes fases del proceso.

Una de los logros más importantes fue diagramar el proceso de cada módulo para incluirlo como un elemento dentro del diseño curricular.

En el proceso de aprendizaje, los conocimientos técnicos del manejo de la tecnología o del software para diseñar los mapas conceptuales, puede retrasar el proceso o impedir que se saque el mayor provecho a los recursos tecnológicos disponibles. Los recursos tecnológicos se convierten en una limitante: problemas de dotación, conectividad e infraestructura, pueden interferir en el uso de los mapas como estrategia de aula.

3 Recomendaciones

En la implementación de mapas conceptuales dentro del diseño curricular, se pueden obtener mejores resultados si los docentes participan de su diseño con su experticia y de manera colaborativa con los demás docentes. Para ello es importante disponer de procesos de formación para docentes y diseñadores curriculares, que apoyen en mapas conceptuales dicho diseño, garantizando la actualización del sistema en cada uno de los módulos.

4 Retos

Los retos abren las puertas para generar acciones como parte de otros procesos, por ejemplo:

- La implementación de otras versiones de los mapas desarrollados en cada uno de los módulos, mejorándolos a partir de la evaluación realizada.
- Desarrollar experiencias basadas en mapas conceptuales, en otras fases del proceso que no se analizaron aquí.
- Desarrollar experiencias con itinerarios de formación flexibles.
- Formar a docentes y estudiantes en aspectos básicos de los mapas conceptuales para mejorar la calidad de estos.
- Modelar la investigación a partir de mapas conceptuales.
- Generar procesos de transferencia a las aulas de clase de los docentes en formación, a partir de sus proyectos.
- Disponer de un servidor para albergar los mapas y los recursos de los mapas conceptuales y los trabajos elaborados por los docentes y estudiantes.

Referencias

- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., & Breedy, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Nieto, M. (2010). Material Académico sobre las Teorías de Diseño Instruccional y sus Modelos. Obtenido de Diseño Instruccional: Elementos Básicos del Diseño Instruccional.: <http://es.scribd.com/doc/33372131/DISENO-INSTRUCCIONAL-TEORIAS-Y-MODELOS>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Retrieved from Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- UDES. (25 de junio de 2018). Campus virtual Universidad de Santander. Obtenido de <http://www.cvudes.edu.co/Recursos/Maestrias/GestionTecnologia/Default.aspx>

LOS MAPAS CONCEPTUALES, UNA HERRAMIENTA PARA FORMAR DOCENTES

(CONCEPT MAPS, A TOOL FOR TRAINING TEACHERS)

*Diego Alexander Rivera Gómez
Universidad del Cauca, Colombia
Email: dariveraster@gmail.com*

Abstract. Today, those of us who have taken up teaching at any level of education: pre-school education, basic education, secondary education and / or higher education, we face the situation of teaching from the knowledge of the training discipline, this brings with it a particular situation, and is that it is not enough to have a disciplinary knowledge but you know how from the training to generate different learning within the disciplines and which tools allow meaningful learning. Especially in the training of teachers, conceptual maps are an aspect of didactic reflection since they allow awareness of the concepts and processes at the moment of learning. This is how conceptual maps have been used in different thematic units in the training of teachers so that they become a didactic resource when children and young people are trained in school.

Keywords: didactics, teacher training, conceptual maps

Resumen. Hoy quienes hemos asumido la docencia en cualquier nivel de escolaridad: educación preescolar, educación básica, educación media y / o educación superior, nos enfrentamos a la situación de enseñar a partir de los conocimientos de la disciplina de formación, ello trae consigo una situación particular, y es que no basta con poseer un saber disciplinar sino se sabe cómo desde la formación generar diferentes aprendizajes al interior de las disciplinas y cuáles herramientas permiten un aprendizaje significativo. En especial en la formación de docentes los mapas conceptuales constituyen un aspecto de reflexión didáctica ya que permiten hacer conciencia de los conceptos y procesos en el momento de aprender. Es así como se han utilizado los mapas conceptuales en diferentes unidades temáticas en la formación de docentes para que se constituyan en un recurso didáctico cuando se formen niños y jóvenes en la escuela.

Palabras claves: didáctica, formación docente, mapas conceptuales

1 Introducción

Hoy quienes hemos asumido la docencia en cualquier nivel de escolaridad: educación preescolar, educación básica, educación media y / o educación superior, nos enfrentamos a la situación de enseñar a partir de los conocimientos de la disciplina de formación, ello trae consigo una situación particular, y es que no basta con poseer un saber disciplinar sino se sabe cómo desde la formación generar diferentes aprendizajes al interior de las disciplinas, así mismo la selección de herramientas con las cuales se lleva a cabo el ejercicio docente, entre éstas encontramos los mapas conceptuales, que se convierte en una alternativa para la formación de docentes.

La formación de docentes requiere de desarrollar los componentes disciplinares y pedagógicos, en este sentido el trabajo con estudiantes universitarios de los programas de licenciaturas en educación incluye el uso de herramientas didácticas como los mapas conceptuales para el desarrollo de capacidades metacognitivas y afianzar procesos de lectura y escritura, elementos que a la vez son necesarios trabajar con niños y jóvenes en las diferentes escuelas.

2 Tendencia Constructivista

La propuesta busca moverse en una tendencia dentro del modelo pedagógico constructivista que cambia los roles del profesor y del estudiante ya que trabajan en pro de la construcción de conocimiento, el conocimiento no es dado simplemente por la realidad; es fundamental la solución de problemas, por lo cual se reflexiona y analiza el proceso, éste no esta preestablecido, ni es correcto ni invariable; los errores son oportunidades de aprendizaje, es decir, son interpretaciones que los estudiantes y el mismo profesor hacen de una realidad y fenómeno específico, no es desechar los errores como elementos no válidos para el proceso educativo.

En el contexto de esta metodología los roles del profesor y de los estudiantes cambian significativamente. El profesor pasa de ser “transmisor” a motivador, facilitador y orientador del estudiante en sus labores de aprendizaje debido al avance del conocimiento y al desarrollo acelerado de todas las fuentes de información, del papel de los

medios de comunicación en los procesos educativos y de construcción de conocimiento. El estudiante pasa de ser “receptor” del conocimiento, a un permanente buscador del mismo en integración con el grupo. El diálogo entre profesor y estudiante y entre estudiante y estudiante en el contexto de proyectos educativos concretos es prerequisite para desarrollar la metodología propuesta.

El conocimiento que tenemos acerca de un tema de un área determinada consiste en una construcción de conceptos de aquella área en un sistema coherente y ordenado (Novak 1980). Considera que uno de los grandes fallos de la educación reside en que no facultamos a los alumnos para ver conexiones entre temas correspondientes a distintos campos. Nos hemos ocupado de demasiados temas y no nos hemos centrado en los conceptos como la clave de la comprensión humana. Está comprobado que el impacto Visual en el momento de aprender es importante para desarrollar las habilidades del pensamiento como hacer consciencia de él, complementar la comprensión, incorporar e integrar nuevos conocimientos e identificar las concepciones erróneas.

Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Los mapas conceptuales consisten en representaciones espaciales de ideas con sus respectivas interrelaciones de tal manera que ayuden a estructurar el conocimiento. Aplicaciones de software tales como Inspiration, CmapTools, SemNet, Mind Mapper y muchos otros, permiten a los estudiantes interrelacionar las ideas que están estudiando en redes multidimensionales de conceptos, marcar las relaciones existentes entre esos conceptos y describir la naturaleza de las relaciones entre todas las ideas de una red.

Adquiere entonces relevancia Ausubel con el aprendizaje significativo que tiene en cuenta las ideas previas como punto de partida para la construcción de nuevo conocimiento, por lo tanto, las relaciones que se hacen entre conceptos en los mapas permiten hacer conciencia sobre lo que se aprende y donde un concepto emerge sobre otro. Importante también entender que las redes conceptuales permiten encontrar relaciones entre los conceptos y de las ideas subordinadas comprender de lo complejo a lo específico.

3 Trabajando con Mapas en el Aula

En el ejercicio de formar docentes en la universidad del Cauca donde oriento diferentes unidades temáticas entre las cuales se encuentran: Historia de las ciencias, Lenguaje de las ciencias, Didáctica de las ciencias, Ciencias naturales y medio ambiente y proyectos de práctica pedagógica investigativa; se han utilizado los mapas conceptuales como una herramienta esencial para desarrollar en los estudiantes competencias metacognitivas y fortalecer procesos de lectura y escritura. Toda vez que como futuros docentes deben replicar este trabajo con niños y jóvenes en las diferentes escuelas donde se desempeñan.

El trabajo empieza con abordar los elementos conceptuales sobre mapas desde la teoría de Novak & Gowin (1988) que permitan evidenciar el desarrollo de una propuesta constructivista y se identifiquen los puntos esenciales en el diseño de los mapas conceptuales. Seguidamente se presentan mapas conceptuales propios que evidencien los elementos de los mapas. Posteriormente se accede a la herramienta CmapTools (Cañas *et al*, 2004) y a entender su uso y aplicación. Finalmente, los temas de clase se relacionan con mapas conceptuales y se trabajan a partir de relaciones conceptuales, es aquí donde viene el ejercicio de lectura y escritura y desarrollo de capacidades metacognitivas.

Al respecto Campanario (1999) citando a Novak plantea que “la metacognición puede concebirse como una ayuda al aprendizaje, pero también puede y debe constituir un objetivo legítimo de la enseñanza (Novak & Gowin, 1988). Se ha argumentado incluso que la enseñanza de las ciencias puede resultar especialmente adecuada para este propósito (Baker, 1991)”.

Lo que conlleva posteriormente al ejercicio práctico de diseño y elaboración de mapas conceptuales, por ejemplo, encontramos dos mapas conceptuales (figura 1 y 2) realizados en la herramienta CmapTools, productos que han servido para promover estos procesos y para realizar ejercicios prácticos.

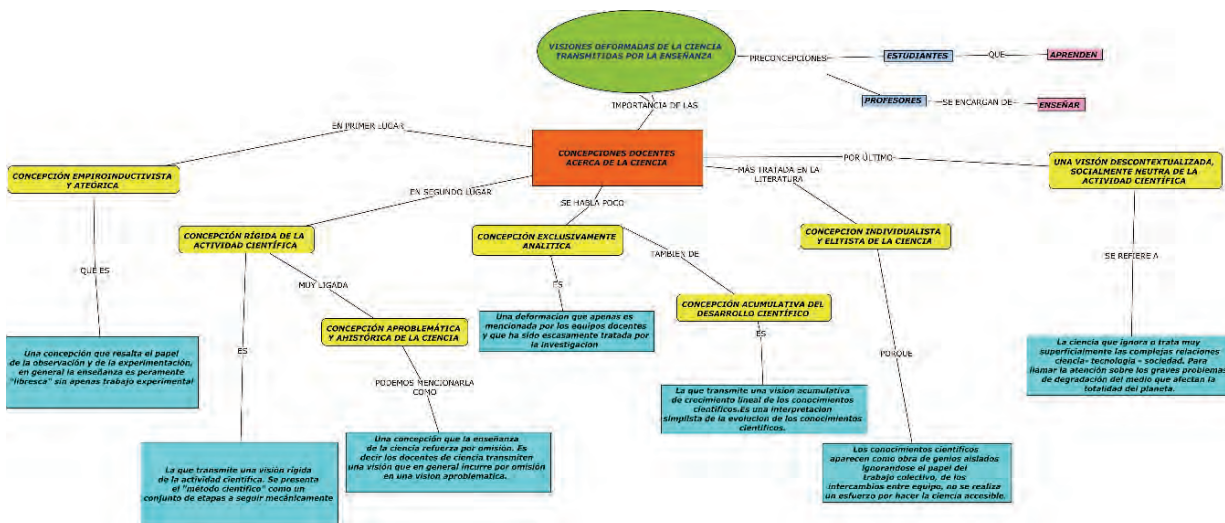


Figura 1: Mapa conceptual de elaboración personal en la unidad didáctica Historia de las ciencias

En este mapa conceptual se elabora con la herramienta CmapTools para orientar procesos de la Historia de las ciencias donde se evidencia el uso de las diferentes opciones que da el programa como en fondos, textos, diseños que permiten diferenciar los conceptos y establecer relaciones. Importante destacar que posteriormente los estudiantes deben realizar mapas conceptuales para presentar sus ideas.

El mapa de la figura 2 corresponde a la elaboración de un estudiante de la unidad temática Ciencias naturales y medio ambiente donde la herramienta del mapa conceptual elaborado en CmapTools le permite realizar una red conceptual sobre un concepto en ciencias de tal forma que puede establecer relaciones conceptuales con diferenciadores didácticos como el color y texto.

Los Mapas Conceptuales organizan, incrementan y alientan la comprensión. Ellos ayudan a los estudiantes en el aprendizaje de nueva información mediante la integración de cada nueva idea a su cuerpo de conocimiento ya existente. Los Mapas Conceptuales son ideales para medir el desarrollo del aprendizaje en un estudiante. A medida que los estudiantes crean mapas conceptuales, ellos reproducen ideas utilizando sus propias palabras. Los enlaces mal dirigidos o conexiones equivocadas alertan a los docentes sobre las áreas que el estudiante no ha comprendido aún.

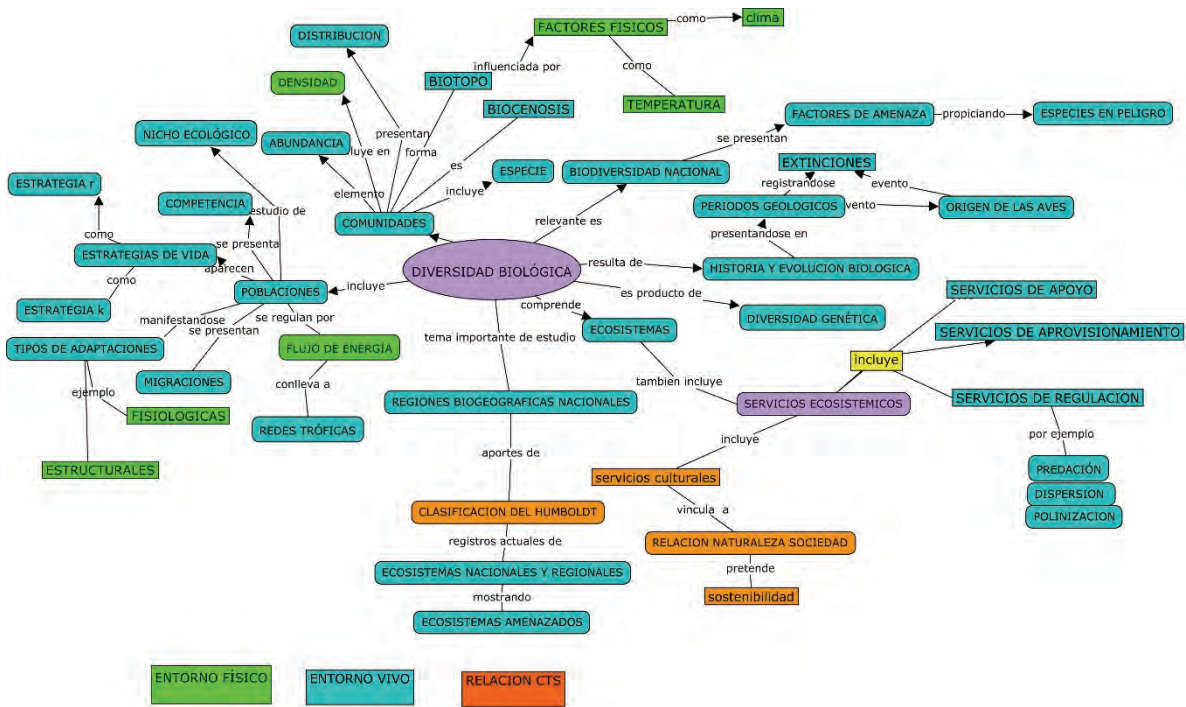


Figura 2. Mapa conceptual elaborado por estudiante en la unidad Ciencias naturales y medio ambiente.

Referencias

- Campanario, J. M., Moya, A. (1999). ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendencias y Propuestas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas* 17(2), 179-192.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J. D., Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Ed. Martínez Roca.
- Rivera, D., Zuñiga, J. (2002). *El Concepto en Ciencias: una Mirada desde la Historia y la Epistemología*. Universidad del Cauca. Popayán.

MAPAS CONCEPTUALES: UNA ESTRATEGIA PARA EVIDENCIAR APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

(CONCEPT MAPPING: A STRATEGY TO MAKE MEANINGFUL LEARNING EVIDENT)

Isneila Martínez Gómez
Facultad de Humanidades y Educación
Corporación Universitaria del Caribe CECAR, Colombia
isneila.martinez@cecar.edu.co

Abstract. Today's education requires the appropriation of strategies that allow learning to be maximized. This is how, thanks to the contributions of some authors, concept maps are presented, as a great learning experience that allows the development of proposed content in certain subjects and also allows the integration of other areas of interest for students.

Resumen. La educación en la actualidad requiere de la apropiación de estrategias que permitan potenciar el aprendizaje a su máxima expresión. Es así como gracias a los aportes de algunos autores, se presentan los mapas conceptuales, como una gran experiencia de aprendizaje que permite el desarrollo de contenidos propuestos en determinadas asignaturas y de igual forma posibilita la integración de otras áreas de interés para los estudiantes.

Keywords: Aprendizaje, estrategias, aprendizaje significativo.

1 Introducción

En el proceso de aprendizaje, las estrategias implementadas son imprescindibles al momento de evidenciar la generación y apropiación de conocimientos por parte de los estudiantes. Es así como gracias a los aportes de algunos autores, surgen los mapas conceptuales como una valiosa posibilidad para la asimilación de un verdadero aprendizaje significativo, lo que implica “Construir y dominar el conocimiento, por tanto, ser más creativo y crítico” (García, Ortiz, Moreno, Ortiz y Soto (2013).

En ese sentido, es preciso resaltar, la actitud del estudiante al momento de elaborar sus primeros mapas conceptuales, situación que evidencia todo un desafío y cierto nivel de dificultad. Sin embargo, luego de un proceso de orientación y acompañamiento por parte del docente, es posible evidenciar mejoras en cuanto al nivel de apropiación y motivación en cada estudiante, a partir de los aprendizajes adquiridos, en especial por la utilidad de estos, en sus procesos de formación académica y profesional.

2 Concepto

La experiencia relacionada con mapas conceptuales, apropia como referentes, los postulados de Joseph Novak en la década de los setenta. Quien los concibió como una técnica de aprendizaje que permite obtener lo más representativo de un contenido específico para posteriormente expresar dicha información de manera gráfica. Novak, fundamentó su propuesta, en los preceptos de David Ausubel quien estableció que, “Lo que se aprende depende en gran medida de lo que se conoce y al aprender, relacionamos la nueva información con conceptos relevantes que existían previamente en nuestra estructura cognitiva” (Ojeda, Díaz, González, Pinedo & Hernández, 2007).

A propósito (Rodríguez, 2007) refiere que el aprendizaje significativo ocurre cuando una persona de manera consciente y explícita, integra nuevos conceptos a otros que ya posee. Quiere decir que se produce un aprendizaje significativo, al modificar los conceptos existentes para formar nuevos enlaces entre ellos. De tal manera Joseph D. Novak y Gowin establecieron el uso de mapas conceptuales para la construcción, la gestión, la captura, el intercambio y la representación del conocimiento, determinando que éstos, son una representación gráfica para organizar la información por medio de relaciones significativas entre conceptos.

También, son considerados, herramientas gráficas empleadas para la organización y representación del conocimiento. Su diseño promueve el proceso compartido de negociación de significados permitiendo la expresión del conocimiento experto (González, 2016). Así mismo, Padilla, Aguilar y Cuenca (2006, p.208) indican que el mapa conceptual “Es una mediación entre la realidad y el concepto, entre los procesos de explicación y comprensión del mundo cultural y natural, entre la producción y representación del conocimiento, un modo específico de comunicación de resultados”. (Araya, 2012). Es así como para su construcción, se requieren de una estructura que implica, el uso apropiado y coherente de ciertos como son: los conceptos, seguidos de los vínculos o enlaces y finalmente las proposiciones. Para una mayor claridad se hace necesario establecer una breve definición al respecto. Los Conceptos: entendidos estos, como las palabras utilizada para referirse a un objeto o situación, generado por cada sujeto. Entre tanto las Palabras de enlace: identificadas como preposiciones, conjunciones y adverbios, empleados para lograr la integración a evidenciar. Las construcciones con significado y las Proposiciones son reconocidos como aquellos conceptos ligados por palabras de enlace en una unidad semántica. (Barrera, Arredondo, Leija, 2008). Quiere decir, que el diseño de mapas conceptuales implica un proceso organizado y coherente de la información que evidencia la apropiación y dominio de quien realice el proceso.

En cuanto a su beneficio y utilidad, los mapas conceptuales, se apropian como, una estrategia que permite evidenciar la forma del estudiante para asimilar contenidos y por ende los resultados de sus evaluaciones. Ahora bien, al ser una estrategia didáctica permite al estudiante no sólo analizar conceptos que lo pueden conducir a un estudio más eficaz, sino a mejorar su rendimiento académico. (Arrufat, Moya & Sánchez, 2013). En tal sentido Puede destacarse, que la principal característica de los Mapas Conceptuales, se centra en la posibilidad de mostrar el todo, de una redacción, en un mismo plano, de manera tal que de un sólo vistazo sea posible ver, identificar y comprender todos los conceptos y sus relaciones (Peláez, 2006). En cuanto a las comprensiones construidas por los estudiantes una vez leen o escuchan una conceptualización; deben ser capaces de evidenciar lo comprendido de manera gráfica, reconociendo que éste proceso puede ser utilizado como el primer paso para el proceso de composición escritural, pues allí se decide qué se va a escribir, en qué orden o cómo se relacionan dichos conceptos (Peláez, 2006). Por último, puede afirmarse que se proporcionan elementos para medir lo que el alumno sabe y valora. En especial, cómo ha cambiado su estructura cognitiva en relación con sus antiguos conocimientos, esto es, evaluar el cambio conceptual. (García, Ortíz, Moreno, Ortiz y Soto (2013)

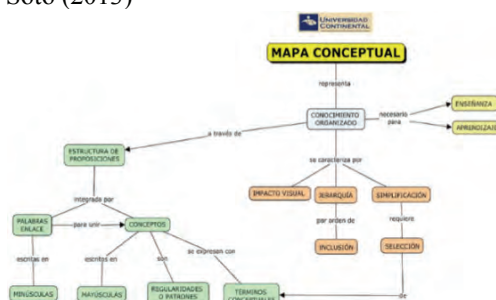


FIGURA.1: estructura de un mapa conceptual <https://2.bp.blogspot.com/-7iRZMEoK2C0/V0UIz9Yeb2I/AAAAAAAAHa8/cZmaHgyvJUyBqx82z7blxXLwJbfPRf8OACLcB/s1600/modelo-mapa-conceptual1.jpg>

3 Desarrollo

La experiencia que se relaciona a continuación, se llevó a cabo en la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR en el año lectivo 201801, con estudiantes de primer ingreso del programa de psicología - grupo 2, matriculados en el curso, técnicas de aprendizaje, integrado por 44 estudiantes en edades entre los 17 y 25 años, procedentes de municipios de Sucre, Córdoba y Bolívar y en un mínimo porcentaje del Municipio de Sincelejo.

Con el desarrollo de la primera fase, se dio cumplimiento al contenido programático durante el primer corte académico, en este se abordaron aspectos relacionados con la conceptualización, elementos, características de los mapas conceptuales, haciendo especial énfasis en su utilidad y beneficio para la

apropiación y dominio del aprendizaje. Seguidamente el docente generó el ambiente para la asimilación de la información durante el desarrollo de la sesión. Acto seguido se propuso una actividad individual orientada a la construcción de mapas conceptuales, para posteriormente ser socializados y retroalimentados por el docente con el apoyo y participación de la clase, durante la actividad se hizo énfasis en los aspectos omitidos y aquellos que eran necesario fortalecer. Finalizada la sesión se procedió a realizar la evaluación, obteniendo como resultados, dificultades marcadas en los contenidos abordados, especialmente en lo relacionado al aspecto procedimental, en lo concerniente al uso adecuado de conectores, organización jerárquica y al priorizar la información a seleccionar. Quiere decir, que si bien existía apropiación conceptual, al realizar de manera gráfica la información no evidenciaba coherencia con lo solicitado.

FASE 1.

Temática desarrollada	Apropiación	Retroalimentación	Evaluación	Resultados	Observaciones
Conceptualización Elementos Características Utilidad Beneficios Ejemplo	Ejercicio individual Elaboración en clase de mapas conceptuales Socialización	El docente realiza preguntas al colectivo relacionada con la presentación de cada grupo Sugerencias y recomendaciones	Elaboración de mapas conceptuales Seleccionando una técnica de aprendizaje desarrollada en clases	B- 5= 8.8- % A- 10=4.4% PM- 29 = 65% Bueno Aceptable Por mejorar	Dificultades marcadas en el uso de conectores, organización jerárquica Priorizar la selección de la información

Tabla1. Proceso implementado para apropiación de la temática

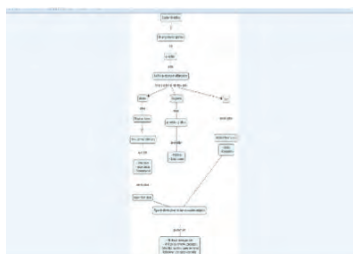


Figura 2. Mapa conceptual elaborado en el curso técnico de aprendizaje

Ante los resultados encontrados. Se generó un conversatorio con los estudiantes, lo cual permitió crear una segunda fase con la intención de profundizar en la elaboración de mapas conceptuales. Para ello, se procedió a realizar un proceso de retroalimentación con los estudiantes mediante un diálogo participativo, encontrando además de la dificultad para diseñar en forma adecuada los mapas propuestos, dificultad para la comprensión de textos, situación que evidenció cierta preocupación ante los resultados académicos de primer corte, en algunas asignaturas. Como alternativa de solución, los estudiantes propusieron integrar una de las asignaturas con mayor nivel de complejidad, para este caso, socio - antropología, donde requerían leer el texto de Enrique Dussel, 1492; El encubrimiento del otro. “Hacia el origen del mito de la modernidad” Para su posterior análisis y debate en la mencionada asignatura.

Continuando con el ejercicio, se procedió a la revisión inicial de texto sugerido por los estudiantes, para lo cual propusieron la distribución por capítulos, para su lectura comprensiva. Estos serían socializados en la próxima sesión de trabajo. De tal manera que en la fecha programada, cada estudiante realizó el aporte significativo de la lectura realizada, generándose a su vez espacios para preguntas e inquietudes por parte de todos los presentes. Como producto final se conformaron pequeños grupos para que a partir de la información generada y la retroalimentación del docente procedieron a elaborar sus mapas conceptuales evidenciando la síntesis y comprensión del texto, utilizando materiales como papelógrafo, marcadores, reglas, colores que finalmente fueron presentados a la clase.

FASE 2.

Aspectos	Procedimiento	Aplicación	Evaluación	Resultados	observaciones
Dialogo participativo Reconocimiento de dificultades	Lectura individual comprensiva del texto "1492. El encubrimiento del otro. Hacia el origen del mito de la modernidad" Autor. Enrique Dussel Ejercicio de corte transversal con la Asignatura socio-antropología competencias comunicativas y lectura crítica	Actividad colectiva Selección de moderador y relator Contenido del texto - aporte individual de cada estudiante Preguntas y respuestas Generó apropiación y dominio de la temática	Elaboración individual de mapas conceptuales A partir de la apropiación del contenido del texto Socialización de cada producto en el colectivo Retroalimentación a partir de la participación activa los estudiantes	Participaron 38 estudiantes 65% alcanzó los resultados esperados	Integración de asignaturas Participación de todos los estudiantes Se recomienda para segundo semestre seleccionar espacios académicos para abordar la temática desde el interés del estudiante



Figura 3. Mapa conceptual realizado por estudiantes a partir del análisis de texto.

Al realizar entrevistas con el docente de la asignatura, éste reporta el beneficio generado desde la actividad, por cuanto se pudo evidenciar una herramienta de análisis que permitió el avance en la comprensión del material de lectura sugerido. Además, se demuestra que gracias al trabajo conjunto fue posible abordar el contenido propuesto y evidenciar una posible comprensión del producto, se destaca además que este tipo de actividades no sobrecarga a los estudiantes y es posible responder a las necesidades de cada participante. Fue posible, además, crear una sinergia positiva entre asignaturas ya que en el curso de técnica fue posible desmembrar el texto mediante el uso de ciertos métodos y estrategias y en socio antropología se generaron espacios para debates y establecimiento de puntos de vista en forma crítica a partir de lo comprendido.

4 Conclusiones

Se destacan como aspectos relevantes: la participación activa de cada uno de los estudiantes en el desarrollo de la actividad, de igual forma se evidenció, el nivel de interés y motivación al participar en los debates generados, dando muestras de mayor seguridad y apropiación al momento de compartir sus aportes. Aspectos que antes habían resultado muy limitados.

La experiencia realizada, se considera gratificante por cuanto permitió al docente implementar acciones para fortalecer un contenido, pero a su vez lograr la integración de ésta con una asignatura considerada para ellos con gran nivel de complejidad, producto claro está, de las deficiencias en comprensión lectora con las que ingresan los estudiante a la educación terciaria.

Finalizado el ejercicio, expresaron comentarios relacionados con las capacidades que pueden llegar a desarrollar en sus actividades académicas si son guiados en forma asertiva por sus docentes, a su vez expresaron la utilidad de este tipo de estrategias para afianzar su aprendizaje y garantizar su permanencia en

la carrera, evidenciando mejoras en los resultados académicos y por ende gran satisfacción personal, por las metas alcanzadas.

Referencias

- Araya Rivera, Carlos Enseñando comunicación con Mapas Conceptuales: Experiencias y Posibilidades *Revista e-Ciencias de la Información*, vol. 2, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 1-13 Escuela de Bibliotecología y Ciencias de la Información UCR San José, Costa Rica. Revista e-Ciencias de la Información.
- Arrufat, M., Moya, E., Sánchez, V. (2013) El mapa conceptual Como Estrategia de Aprendizaje y de Evaluación en la Universidad. Su Influencia en el Rendimiento de los Estudiantes. *Enseñanza & Teaching*; Salamanca 145-165.
- Barrera, B. Aguirre, Fe., Arredondo P., Leija, M. (2008) Uso de la Técnica de Mapas Conceptuales. Departamento de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Linares. Conciencia Tecnológica No. 35, Enero-Junio
- Dussel, E. (1992). 1492 El Encubrimiento del Otro: Hacia el Origen del Mito de la Modernidad. Conferencias de Frankfurt. UMSA. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación Plural Editores
- González, M. (2016) *Evaluación y Tratamiento Psicológicos*, Serv. Psicología Aplicada. Univ. Nal. Educación a Distancia, Fac. Psicología, Dep. Personal. Ciudad Univ., 28040 Madrid, España.
- Nilo Rodríguez Corra, Humberto (2007). Fundamento Teórico de los Mapas Conceptuales, *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 1, núm. 2, agosto, 2007 Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas Matanzas, Cuba.
- Ojeda, A., Díaz, F., González, L., Pinedo, P, Hernández M. (2007). Los mapas Conceptuales: una Poderosa Herramienta para el Aprendizaje Significativo- ACIMED v.15 n.5 Ciudad de La Habana.
- Ortiz, J., Moreno, Iovanna A., Soto, B. (2013) Los Modelos de Conocimiento como Agentes de Aprendizaje Significativo y de Creación de Conocimiento. *Teoría de la Educación; Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*; Salamanca 107-132
- Peláez, A. (2006) Los Mapas Conceptuales Hipertextuales: Una Nueva Alternativa para la Enseñanza y el Aprendizaje. Una propuesta para Conversión de Textos Lineales a Textos Hipertextuales Multilineales. Vol. 1 No. 1 | Enero - Diciembre de 2006 | Medellín - Colombia | ISSN: 1909-2814. *Revista, Educación, Comunicación y Tecnología*. Universidad Pontificia Bolivariana

MATECONCEPTUALES: MAPAS CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

(MATHCONCEPTS: CONCEPT MAPS IN THE TEACHING AND LEARNING OF MATH)

Katherine Johana Montejo Garzón
Escuela Normal Superior María Montessori, Bogotá, Colombia
lic.katherine@gmail.com

Abstract. Mathconcepts project is a proposal that seeks the integration of concept maps and the CmapTools program in math teaching and learning process. Pre-service and in-service teachers develop skills to strengthen processes of teaching and learning through the generation of strategies at Escuela Normal Superior María Montessori, Bogotá. First, pre-service teacher working by couples plan and design the didactic strategies; second, they assess the learning strategy with in-service teachers' advice. After that, both of them execute the lesson plan. Finally, the learning strategy is published in <https://mateconceptuales.wixsite.com/mateconceptuales> in order to other teachers can use them in their classes.

Resumen. Mateconceptuales es un proyecto con el que se busca la integración del uso de los mapas conceptuales y la herramienta CmapTools en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de la generación de estrategias didácticas que le permitan a docentes en formación y docentes en ejercicio desarrollar habilidades para fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje en la Escuela Normal Superior María Montessori, Bogotá. Estas estrategias didácticas son desarrolladas por docentes en formación y luego son evaluadas y ejecutadas por docentes en formación y docentes en ejercicio, finalmente son publicadas en el blog del proyecto para que otros profesores puedan utilizarlas en sus clases.

Keywords: concept mapping, teaching and learning math, teacher training.

1 Introducción

El siguiente proyecto se realiza con docentes en formación del programa de formación complementaria de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori -ENSDDM- ubicada en la ciudad de Bogotá - Colombia, institución de carácter oficial que forma maestros y maestras para la infancia.

Este proyecto partió de la necesidad de formar docentes en el uso de las TIC, específicamente en el uso de mapas conceptuales y CmapTools, como una estrategia de inclusión de estas herramientas en el aula para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje para los futuros docentes, teniendo en cuenta que los Estándares Nacionales (EEUU) de Tecnologías de Información y Comunicación e Indicadores de Desempeño para Docentes (NETS²T), ISTE (2008), los Estándares UNESCO de competencias en TIC y las Competencias TIC para el desarrollo profesional docente (MEN), señalan que es indispensable que los maestros del siglo XXI sean capaces de utilizar sus conocimientos, tanto en su área específica como sobre el uso de las TIC, para facilitar a los estudiantes experiencias que mejoren el proceso de enseñanza – aprendizaje, la creatividad y la innovación en el área de matemáticas.

Teniendo en cuenta que la introducción de las TIC en la formación docente tiende a ser más efectiva al ser incluida dentro del ámbito de otras áreas y que son parte fundamental de la sociedad contemporánea, se selecciona CmapTools como una herramienta que permite no solo incluir las TIC en la práctica docente, sino, también fomentar la innovación en la enseñanza-aprendizaje. Con este proyecto, docentes en formación acompañados de sus docentes tutores han diseñado estrategias didácticas que incluyen el uso de mapas conceptuales y CmapTools en la enseñanza de las matemáticas en educación primaria, al mismo tiempo estas estrategias han sido evaluadas y ejecutadas en las prácticas pedagógicas de la escuela lo que ha llevado a la validación de las mismas para finalmente hacerlas públicas en el blog donde está publicado el proyecto.

2 Justificación

En la publicación “Will New Teachers be Prepared to Teach in a Digital Age?” (Moursund & Bielefeldt, 1999) señalan que en general, los programas de formación de docentes no proporcionan a los futuros profesores el tipo de experiencias necesarias para instruirlos en la utilización efectiva de las TIC en las aulas y consideran que a los

nuevos maestros se les debe articular en su misma formación alternativas de enseñar y de aprender utilizando las TIC. La preparación del futuro maestro debe ir más allá del dominio técnico de las herramientas hacia una didáctica que le interroge por el qué, el por qué y el cómo las TIC pueden contribuir en la formación de los sujetos (Gallego, 2003). Por esto, se necesita que los procesos de formación de los futuros docentes, pero también de los docentes en ejercicio, incluyan el uso de las TIC, no solo como una herramienta o como un objetivo en sí mismas, sino como un componente estructural de la educación, superando el centrarse en equipos o manejar una herramienta como objetivo final, para construir estrategias de integración a la vida cotidiana y la práctica pedagógica docente, que le permitan dar un sentido real a las TIC en el aula, más que herramientas de consulta, sino también como herramientas de construcción del conocimiento.

Los docentes deben estar en sintonía con los desarrollos de la sociedad, lo que implica la implementación de métodos innovadores que utilicen las TIC en sus prácticas pedagógicas y cotidianas, para estimular la adquisición de nociones básicas sobre estas herramientas tecnológicas, profundizar el conocimiento y generarlo (UNESCO, 2008). Esto ha abierto un campo de discusión muy amplio, dentro del cual éste proyecto busca aportar acerca de las opciones de inclusión de las TIC en la formación docente, dando prevalencia al uso de herramientas diseñadas dentro de la investigación educativa tales como CmapTools (Cañas *et al*, 2004), utilizada por el equipo de investigadores dirigido por Cañas y asesorado por Novak en el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC), centro en el cual se aplica la técnica de los mapas conceptuales en diferentes fases del proceso educativo (Novak & Cañas, 2008).

CmapTools, que surge dentro del contexto de la investigación educativa y que ha evolucionado desde la década de 1990, ha logrado un importante desarrollo en aspectos clave, como el trabajo colaborativo a través de servidores públicos con los cuales varias personas pueden trabajar sobre un mismo mapa de forma sincrónica o asincrónica, facilitando el desarrollo de opciones para la construcción social del conocimiento, rastrear información e integrar diferentes tipos de archivos dentro de una estructura de mapeo conceptual a través de la creación de enlaces a otro tipo de recursos o a otros mapas conceptuales de la red. Por lo tanto es una de las opciones más adecuadas para los fines del presente proyecto, pues permite abordar diferentes opciones de trabajo con TIC durante el proceso de capacitación para su uso adecuado, pero además mostrar a los participantes cómo desde el uso de una herramienta se pueden lograr procesos de enseñanza-aprendizaje que integren las TIC con resultados concretos.

Los seres humanos adquieren y almacenan el conocimiento en forma semántica, donde las redes que estructuran el conocimiento se conforman de acuerdo al significado y el relacionamiento entre las ideas. Los mapas conceptuales permiten hacer explícito esas estructuras de conocimiento y por tal motivo son una herramienta valiosa para el aprendizaje (Jonassen, 2000) al permitir hacer explícitas las maneras como se interactúan las ideas y estructurarlas de forma conciente.

Además, CmapTools como herramienta TIC apoya el aprendizaje de la siguiente manera:

1. Posibilitan que los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes se visualicen desde cualquier dispositivo con conexión a Internet; se puedan publicar fácilmente en blogs y wikis mediante un código embebido; y se puedan reutilizar los ya realizados por otras personas.
2. Los estudiantes navegan adecuadamente en Internet para seleccionar información, organizarla, analizarla y hacer una representación gráfica, en la que se exprese lo verdaderamente aprendido dejando de lado el famoso copy-paste.
3. Ayuda a los estudiantes a procesar, organizar y priorizar nueva información; a identificar ideas erróneas; a visualizar patrones e interrelaciones entre diferentes conceptos y a construir conocimiento.
4. Los estudiantes pueden compartir con otros compañeros (dentro y fuera del aula) sus trabajos, recibir comentarios, hacer comentarios, etc. (Boss & Krauss, 2014).

En conclusión, CmapTools es una herramienta digital que permite digitalizar mapas conceptuales, enriquecerlos con medios visuales y compartirlos, lo que la hace una herramienta versátil para utilizar en el aula tanto en procesos de enseñanza como de aprendizaje. En este proyecto se busca hacer uso de esta herramienta en una doble vía: para la enseñanza del uso de las TIC y el aprendizaje de las matemáticas.

3 Contexto de la Institución Educativa donde se Desarrolla el Proyecto

La Escuela Normal Superior Distrital María Montessori (ENSDMM) es una institución de carácter oficial ubicada en la ciudad de Bogotá (Colombia) en la localidad Antonio Nariño en el barrio Restrepo. Única Escuela Normal Superior del sector público de la capital. Es una institución que forma maestros y maestras para la infancia. Ofrece 2 grados del preescolar (jardín y transición), básica primaria (1° a 5° de Educación Básica Primaria), básica secundaria (6° a 9° de Educación Básica Secundaria), media (grados 10° y 11° que corresponde a Ciclo de Formación Inicial) y el programa de formación complementaria (1° a 4° semestre que corresponden al Ciclo de Formación Complementaria).

La ENSDMM forma maestros para educación preescolar y primaria a través de su programa de formación inicial y el programa de formación complementaria. Este último consta de cuatro semestres donde los estudiantes se aproximan a través de la práctica pedagógica y la investigación a las dinámicas propias de la escuela, de la enseñanza y aprendizaje de los niños en estos ciclos educativos. La práctica pedagógica en los diferentes semestres del programa de formación complementaria, se realiza en los respectivos ciclos y con diversidad de poblaciones: rural, desplazamiento y discapacidad cognitiva y auditiva, fundamentalmente.

4 Antecedentes de la Experiencia

Desde el año 2011 se ha trabajado e investigado en la asignatura de TIC la utilización de las TIC en clase a partir de planeaciones. En los años 2012 y 2013 se propuso el proyecto "Tic tac es hora de disfrutar" en el que se comenzaron a realizar intervenciones con los niños de pre-escolar y primaria a partir de planeaciones que hacían los docentes en formación en las cuáles utilizaban las TIC pedagógicamente. En este proyecto los docentes en formación en grupos de dos o tres seleccionaban al azar el curso y el área o temática a trabajar, diseñaban las planeaciones y se evaluaban. Con estas planeaciones se creó la biblioteca que lleva el nombre del proyecto: TIC TAC, la cual es una compilación en físico de las diferentes planeaciones que crearon los docentes en formación en estos dos años. El objetivo de esta biblioteca era dar luces a los futuros estudiantes para realizar sus planeaciones para sus prácticas educativas y mostrar a los docentes en ejercicio estrategias para fortalecer sus prácticas educativas con ayuda de las TIC. Un resumen de este proyecto se puede ver en <https://www.youtube.com/watch?v=W2LUo8IIZ2o>

5 Objetivos de la Experiencia

Integrar los mapas conceptuales y CmapTools a la enseñanza de las matemáticas, generando estrategias didácticas que le permitan a docentes en formación y en ejercicio desarrollar habilidades para fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje en la Escuela Normal.

Experimentar una estrategia para la formación de futuros docentes para la enseñanza con la ayuda de los mapas conceptuales.

6 Población

El proyecto se realiza con estudiantes del Programa de Formación Complementaria de la ENSDMM, específicamente con docentes en formación de primer semestre en el cual los estudiantes aprenden cómo usar diferentes organizadores gráficos, uno de ellos los mapas conceptuales.

7 Metodología

A través del proyecto, docentes en formación realizan unidades didácticas para la enseñanza de las matemáticas en las que se utilizan los mapas conceptuales y CmapTools. A su vez, los docentes en ejercicio tienen la oportunidad de conocer, evaluar y aplicar estas unidades didácticas que finalmente son publicadas en un blog para que cualquier docente pueda conocerlas y aplicarlas en su aula de clase. Asimismo los estudiantes de primaria reciben clases de matemáticas enriquecidas con el uso de los mapas conceptuales donde pueden obtener información, organizarla,

analizarla y hacer representaciones gráficas, en las que se expresa lo verdaderamente aprendido, además los estudiantes pueden procesar, organizar y priorizar nueva información; y construir conocimiento.

El proyecto se lleva a cabo en varias etapas: conocimientos, desarrollo y evaluación de unidades didácticas, ejecución de clases, publicación de las unidades didácticas:


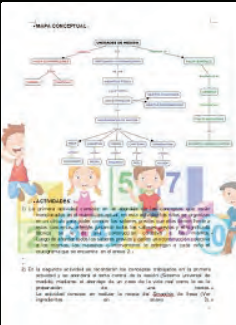


Etapas del proyecto	Descripción	Imagen
Conocimientos	En esta etapa los docentes en formación, con ayuda de sus tutores, aprenden cómo hacer mapas conceptuales, cómo se pueden usar en el aula, cómo usar CmapTools y cómo usar CmapTools en el aula. Esto se lleva a cabo a través de talleres basados en el documento “Cómo Iniciar a Estudiantes de Educación Primaria en la Elaboración de Mapas Conceptuales” de Cañas y Novak (2009).	
Desarrollo y evaluación de unidades didácticas	Los docentes en formación diseñan unidades didácticas para la enseñanza de las matemáticas en las que se usan los mapas conceptuales y CmapTools. Los tutores hacen una primera revisión de este documento, realiza observaciones y sobre estas, los docentes en formación hacen cambios a sus unidades didácticas. Los docentes en formación hacen una coevaluación de las unidades didácticas de sus compañeros y sobre este ejercicio se vuelven a hacer correcciones. Finalmente, la docente de matemáticas de la institución hace una evaluación de esas unidades didácticas y de ser necesario vuelve a hacer observaciones para que los docentes en formación realicen correcciones finales.	
Ejecución de clases	Los docentes en formación y/o los docentes en ejercicio del área de matemáticas ejecutan las clases de acuerdo a lo planeado en las unidades didácticas. Sobre esta ejecución se vuelven a hacer observaciones a las unidades didácticas.	
Publicación de las unidades didácticas	Los docentes en formación publican su unidad didáctica en un e-book, todos estos documentos son publicados en el blog del proyecto: https://mateconceptuales.wixsite.com/mateconceptuales	

Tabla 1: Etapas del proyecto Mateconceptuales.

Referencias

- Boss, S., & Krauss, J. (2014). Essential Learning with Digital Tools, the Internet, and Web 2.0. En *Reinventado el Aprendizaje por Proyectos*.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- ENSDMM. (2011). Caracterización Escuela Normal María Montessori. Bogotá.
- Gallego, M. (2003). Intervenciones Formativas basadas en WWW para Guiar el Inicio de la Práctica Profesional de los Docentes. *Revista Iberoamericana de Educación*. Obtenido de <http://www.rieoei.org/rie33a06.htm>
- ISTE. (2008). The ISTE NETS and Performance Indicators for Teachers (NETS•T). U.S. & Canada: Autor. Recuperado de: [HYPERLINK "http://www.iste.org/standards/nets-for-teachers.aspx"](http://www.iste.org/standards/nets-for-teachers.aspx)
<http://www.iste.org/standards/nets-for-teachers.aspx>
- Jonassen, D. (2000). Computers as Mindtools for Schools. Londres: Prentice-Hall.
- MEN. (2013). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente. Recuperado de: https://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-318264_recurso_tic.pdf

- Moursund, D., & Bielefeldt, T. (1999). Will New Teachers be Prepared to Teach in a Digital Age? EEUU: Milken Family Foundation.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* (IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008). Recuperado de Institute for Human and Machine Cognition (IHMC): <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2009). Cómo Iniciar a Estudiantes de Educación Primaria en la Elaboración de Mapas Conceptuales. Recuperado de: <http://cmap.ihmc.us/docs/introaulaprimaria.html>
- UNESCO. (2008). Competency Standards Module. Londres.

CÓMO ENSEÑAMOS A UTILIZAR MAPAS CONCEPTUALES Y CMAPTOOLS DE MANERA QUE DESPUÉS NUESTROS ALUMNOS LOS USAN DE FORMA HABITUAL

A. L. Pérez Rodríguez, M. I. Suero López, P. J. Pardo Fernández
Grupo Orión de Investigación, Universidad de Extremadura, España
E-mail: aluis@unex.es
www.grupoorion.unex.es, Sitio Cmap: Universidad de Extremadura

1 Resumen

Se presenta la manera con la que enseñamos a nuestros alumnos a utilizar los Mapas Conceptuales (MC) y la aplicación informática CmapTools (Cañas *et al*, 2004) y que se consigue que la mayoría de ellos acaben usándolos habitualmente.

2 Introducción

Desde hace más de 20 años nuestro grupo de investigación viene utilizando los MC para ayudar a nuestros alumnos a realizar aprendizajes significativos. Aunque inicialmente utilizábamos otra aplicación informática para construirlos y con ella generalizamos el concepto de MC al de “Mapa de Experto Tridimensional” (Pérez y otros, 2001), la necesidad de compartir estos mapas en red de manera que permitiera la realización de trabajos colaborativos entre nuestros alumnos de forma fluida, nos hizo adoptar los CmapTools como herramienta de trabajo (Martínez y otros, 2010). La experiencia innovadora presentada se lleva a cabo actualmente en la universidad de Extremadura (España) con los alumnos de las asignaturas de Didáctica de la Física y Química y de Metodología Experimental y Aprendizaje de la Física y Química, ambas del máster universitario de Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria y con posterioridad se comprueba que los alumnos de estas asignaturas utilizan habitualmente los Mapas Conceptuales y la aplicación informática CmapTools tanto en sus clases con sus alumnos en los centros de Enseñanza Secundaria en los que realizan las prácticas de este máster como en sus memorias del trabajo desarrollado y las presentaciones de las mismas.

3 Descripción de esta Experiencia Innovadora

Para ser coherentes con lo que predicamos a nuestros alumnos acerca de la utilización de manera habitual de los MC y el CmapTools, la descripción de esta experiencia se hace utilizando los 2 MC realizados con CmapTools que aparecen en las 2 figuras siguientes y a los que se puede acceder interactivamente en la dirección <http://grupoorion.unex.es:8001> (dentro de la carpeta comunicaciones a congresos). En el MC que aparece en la figura 1 se describe el contexto en el que enseñamos los MC y la pregunta de asombro que nos hacen nuestros compañeros de otras facultades cuando comprueban que nuestros alumnos los acaban usando habitualmente y con soltura. Dicha pregunta, escuchada una vez más hace una semana, es la que nos ha impulsado a presentar esta comunicación.

En el MC que aparece en la figura 2 se describe la “analogía de la bicicleta” que utilizamos para explicar los MC. Siguiéndola comenzamos por describir qué es un MC, cuáles son sus partes y cómo funcionan (muy poquita cosa), para pasar enseguida a captar el interés de nuestros alumnos hacia los mismos mostrándoles algunos de los miles de MC alojados en nuestro sitio Cmap, la mayoría de ellos realizados por compañeros suyos de años anteriores. A continuación, les mostramos la utilidad que tienen enseñándoles algunos de los que hemos realizado y utilizado en nuestros trabajos de investigación y lo que con ellos hemos conseguido. Enseguida los ponemos a hacer MC, al principio muy sencillos, cuidando siempre que ninguno de ellos se desanime y acabamos mostrándoles algunos de los MC realmente muy complejos y completos que hemos realizado y que también se encuentran en nuestro sitio Cmap, procurando no asustarlos. Cuando ya han cogido cierta práctica usamos los MC y el CmapTools para hacerlos llevar a cabo un trabajo colaborativo por equipos de 5 o 6 componentes. Todo ello expuesto con el entusiasmo que nos da el llevar tantos años utilizando los MC y los muy buenos resultados obtenidos con ellos, hace que nuestros alumnos se entusiasmen también y los asuman como una herramienta habitual de trabajo.

En el MC que aparece en la figura 2 se describe la “analogía de la bicicleta” que utilizamos para explicar los MC. Siguiéndola comenzamos por describir qué es un MC, cuáles son sus partes y cómo funcionan (muy poquita cosa), para pasar enseguida a captar el interés de nuestros alumnos hacia los mismos mostrándoles algunos de los miles de MC alojados en nuestro sitio Cmap, la mayoría de ellos realizados por compañeros suyos de años anteriores. A continuación, les mostramos la utilidad que tienen enseñándoles algunos de los que hemos realizado y utilizado en nuestros trabajos de investigación y lo que con ellos hemos conseguido. Enseguida los ponemos a hacer MC, al principio muy sencillos, cuidando siempre que ninguno de ellos se desanime y acabamos mostrándoles algunos de los MC realmente muy complejos y completos que hemos realizado y que también se encuentran en nuestro sitio Cmap, procurando no asustarlos. Cuando ya han cogido cierta práctica usamos los MC y el CmapTools para hacerlos llevar a cabo un trabajo colaborativo por equipos de 5 o 6 componentes. Todo ello expuesto con el entusiasmo que nos da el llevar tantos años utilizando los MC y los muy buenos resultados obtenidos con ellos, hace que nuestros alumnos se entusiasmen también y los asuman como una herramienta habitual de trabajo.

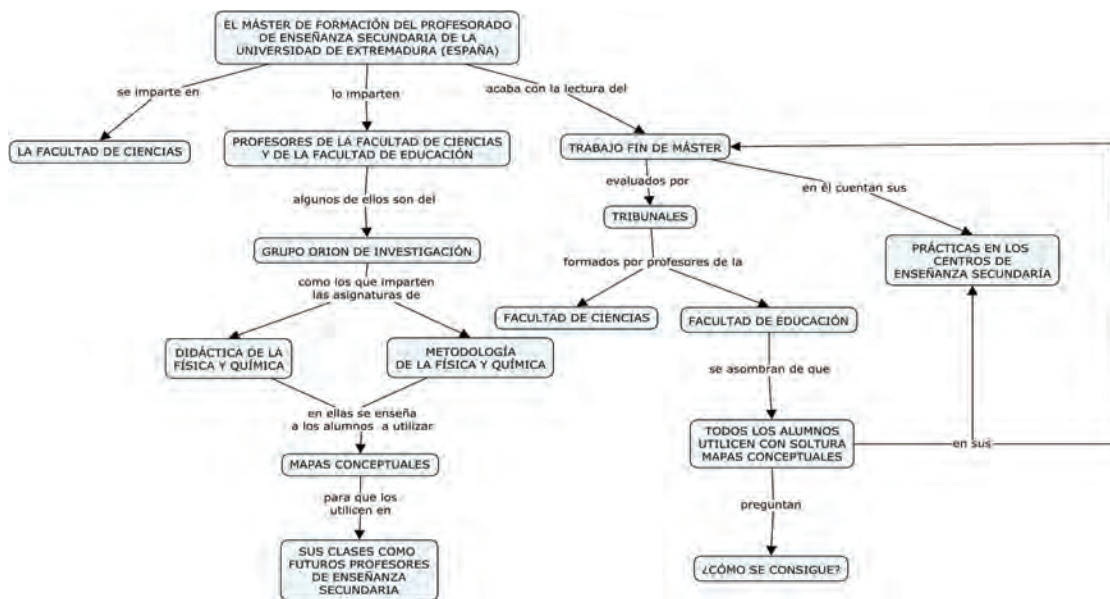


Figura 1. Máster de Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria de la Universidad de Extremadura (España)

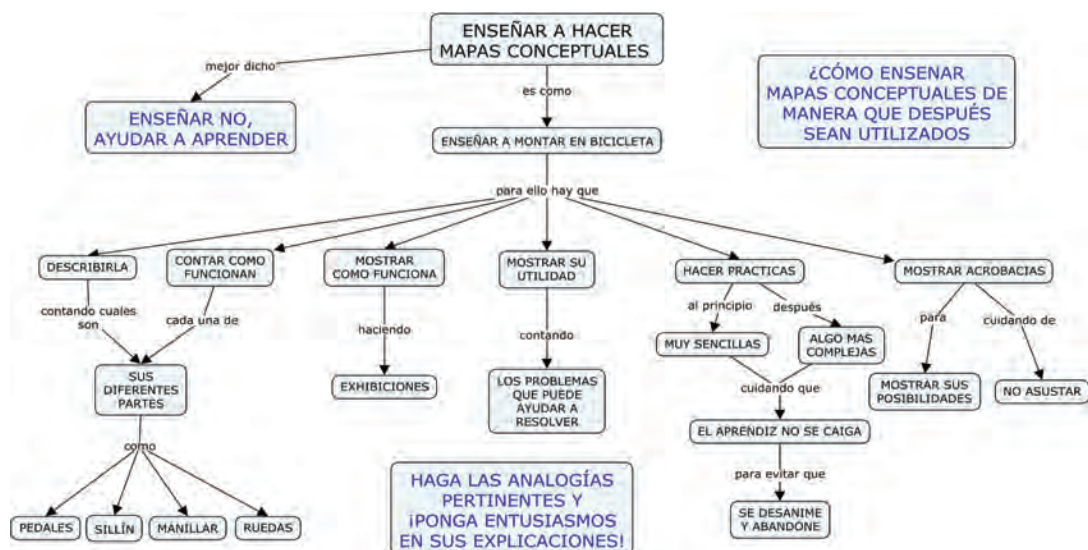


Figura 2. Analogía de la bicicleta para enseñar a utilizar los Mapas Conceptuales

Referencias

- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J, Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Pérez, A.L.; Suero, M.I.; Montanero, M. y Pardo, P.J. (2001) “Three-dimensional Conceptual Maps: an Illustration for the Logical Structure of the Content of Pptics”. *International Conference Physics Teacher Education Beyond 2000. Selected Contributions*. R. Pinto & S Suriñach. ISBN 2-84299-312-8; pág 603-604. Editorial Elsevier, Francia. 2001.
- Martínez, G., Pérez, A.L., Suero, M.I. y Pardo, P.J. (2010). Comparación del Incremento de Aprendizaje Obtenido al Utilizar Mapas Conceptuales y CmapTools en el Estudio de Dos Temas Diferentes, pero de Nivel de Contenido Conceptual Equivalente. En J. Sánchez, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.

CONCEPT MAPS IN CANCER RESEARCH: FROM DESCRIBING COMPLEX DATA MODELS TO PATIENT EDUCATION

Rodrigo Carvajal, Amber M. Skinner, Paige W. Lake, Monica L. Kasting, Susan T. Vadaparampil, Damon R. Reed

Moffitt Cancer Center & Research Institute, USA

www.moffitt.org

Email: {Rodrigo.Carvajal, Amber.Skinner, Paige.Lake, Monica.Kasting, Susan.Vadaparampil, Damon.Reed}@moffitt.org

1 Introduction

Cancer research requires collaborations among patients, caregivers, clinicians, basic and populations scientists, and health care providers. Development of cancer research applications involves the integration of complex and heterogeneous data sources that require data transformations and aggregations to satisfy the interests of cancer investigators with different expertise and interests. Software engineers and data scientists struggle on how to better gather requirements and how to better communicate with their users about the development of their apps and how the data is presented and analyzed. As a second case, research has demonstrated that cancer patients want to be informed, specially the newly diagnosed, of their disease and its potential impact on their life, yet they continue to report unmet information needs. Benefits of access to meaningful information include improved ability to cope and make informed health decisions during the diagnosis, treatment, and post-treatment; reductions in anxiety and mood disturbances; and improved communication with care givers, friends, and family members. In both cases, concept map-based knowledge models have been developed at the Moffitt Cancer Center & Research Institute (MCC&RI) to facilitate the communication among data scientists, cancer researchers, and clinicians; and to educate patients, caregivers, and their families about cancer.

2 Data Modeling and Concept Maps

Concept Maps have been used as the graphical tool to support the Software Development Life Cycle (SDLC) of complex systems that involves electronic medical records, molecular characterizations of disease, patient-generated data, and survey data among other data sources. Concept Maps have been widely used at MCC&RI to gather system requirements, describe and navigate the complexities of the data model and the metadata associated to several data elements, document applications, and train users.

DM-Cmap Tool was developed to describe, enhance, and share complex data models among software engineers, data scientists, and cancer investigators. Seventeen (17) cancer researchers were interviewed during the development of the tool to identify their data sources and how their projects intersected (in terms of common? data elements) with other projects in the research institute. Concept Maps were used during the interviews to model the data. DM-Cmap Tool connects to the data warehouse to automatically generate concept-map based interfaces that facilitate the navigation of data dictionaries (aka codebooks) that replace the entity-relationship (ER) diagrams. Figure 1 depicts a concept map that describes the Microarray table and its interactions with other data elements within the data warehouse or main database. Microarrays are chips that contain collections of microscopic DNA that measures gene expression. Original output included in Figure 1 was slightly modified to be included in this article. Each concept refers to a database table, the two resources associated to concepts are a) Text file with the description of the table in the Data Definition Language (DDL) and b) link to a concept map with the description of the table. Using DM-Cmap Tool a collection of 600 tables was represented as concept maps.

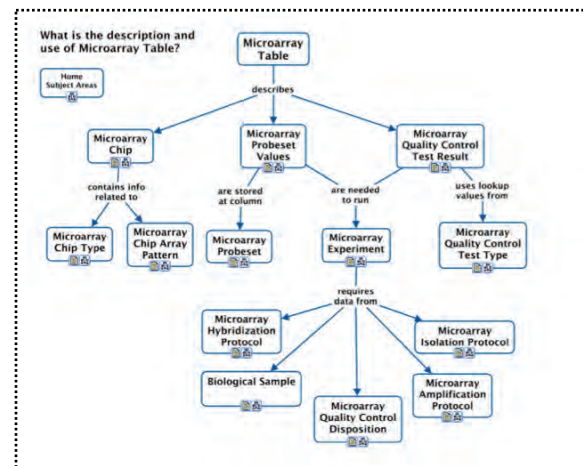


Figure 1. A concept map representation of a database table

3 Concept Maps Uses in Patient Education

It's well documented that some populations have limited access to credible and reliable cancer related information. In response, concept map-based knowledge models were developed at MCC&RI using IHMC CmapTools program. Concept Maps have been used as the graphical tool for organizing and representing information about the Adolescent and Young Adult (AYA) Program at Moffitt Cancer Center and the "Fertility and Reproduction in AYA Genetics: Improving Learning and Education" (FRAGILE) project.

3.1 Adolescent and Young Adult (AYA) Program

A multidisciplinary team developed a concept map-base knowledge model to illustrate and describe the AYA program purpose, operation, services provided to cancer survivors, patients and their families, the unique needs of AYA cancer patients, and the key stakeholders involved with the program. In addition to knowledge elicitation sessions with an AYA researcher, the director, and the coordinator of the AYA program, a revision of the strategic plan and literature review was used to construct the knowledge model. This tool has been used in multiple presentations internally to educate MCC&RI staff on the program services, population served by the program, and resources available to cancer patients between the ages of 15-39.

3.2 Fertility and Reproduction in AYA Genetics: Improving Learning and Education (FRAGILE)

A knowledge model to address the concerns of cancer patients and oncologists regarding the intersection of fertility, genetics, and reproductive decisions in AYA cancer patients and survivors is under construction. Main topics were identified through qualitative data analysis of the transcripts from 17 cancer patients and 18 oncologist interviews. The knowledge base contains concept maps that answer questions such as how is cancer genetic risk determined?, what does a cancer genetics counselor do?, what is the impact of a cancer diagnosis on my fertility?, does cancer diagnosis impact my future biological children?, and what is Preimplantation Genetic Diagnosis (PGD)?

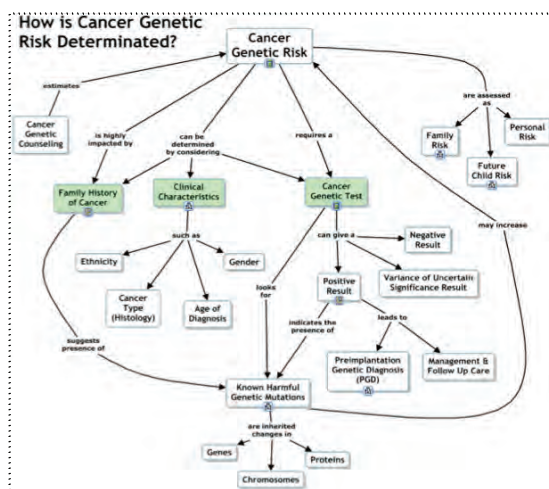


Figure 2. Cmap on how cancer genetic risk is determined

4 Summary

Concept maps are an efficient methodology for knowledge sharing of complex data models, for synthesizing the complexity of the AYA program, and for facilitating the communication among cancer research experts, data scientists, oncologists, cancer patients, caregivers, and staff members of MCC&RI.

Patients' and oncologists' concerns were classified in 33 themes that include topics such as cancer treatments, access to educational information, genetics and cancer (risks for children, beliefs, testing, counseling), family planning, discussions with health care providers (genetic risk conversations, reproductive health), and many other topics. In addition to the qualitative analysis of the interviews, the methodology, carried out by a multi-disciplinary team, included an extensive literature review, knowledge elicitation sessions with AYA cancer experts, genetic counselors, oncologists, and fertility preservation experts.

The future work includes the recording of a set of videos clips of experts providing further explanations. Other digital resources such as images, web pages, and documents will be linked to the concept maps as well.

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES EN DOCENTES BASADO EN EL MODELO ESPIRAL TICTACTEP Y EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES

Alba Ruth Pinto Santos, Jarold Díaz Carreño & Yorly Andrea Santos Pinto
Universidad de La Guajira, Colombia
Email: {arpinto, jadiaz, ysantos}@uniguajira.edu.co

1 Introducción

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son herramientas indispensables en la vida del individuo del siglo XXI, que se comunica, trabaja, aprende, y se relaciona en espacios cada vez más diversos y mediados por lo digital. En este contexto surge el Modelo Espiral de Competencias TICTACTEP que busca el fortalecimiento de las competencias digitales en docentes desde procesos construccionistas de aprendizaje que implican pasar del uso instrumental de las TIC a usos con intencionalidad pedagógica relacionados con Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento (TAC), y avanzar a la movilización digital e innovación educativa con uso de la tecnología digital como Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP). En este proceso de formación resulta útil el uso de los mapas conceptuales y la herramienta CmapTools (Cañas *et al*, 2004) para que los participantes movilicen sus habilidades tecnológicas y focalicen la reflexión pedagógica frente a la utilización intencionada de las TIC.

2 El desarrollo de competencias digitales en docentes

Area & Guarro (2012) define las competencias digitales como las habilidades que desarrolla el individuo para acceder, buscar, seleccionar, analizar, comparar, y comunicar información en múltiples lenguajes y medios tecnológicos, de manera ética y controlando las emociones. Para la UNESCO (2008) los docentes deben proporcionar a los estudiantes una serie de orientaciones que permitan fortalecer capacidades para usar de forma correcta las TIC, manejar de manera eficiente los buscadores y evaluadores de información, integrar en su hacer herramientas de creación y productividad, emplear la WEB 2.0 para crear contenidos, compartirlos y mejorarlos. Para esos logros se requiere un docente que desarrolle competencias digitales y que aproveche la tecnología digital en beneficio de los procesos de enseñanza aprendizaje. No obstante, lo anterior en instituciones educativas periféricas es todavía un reto, aunque se ha avanzado en la dotación de infraestructura tecnológica, faltan mayores acciones para capacitar al colectivo docente, y el desarrollo de políticas y prácticas educativas que incorporen las TIC al currículo (Pinto & Díaz, 2015).

2.1 Generalidades del Modelo Espiral de Competencias TICTACTEP

El Modelo Espiral de Competencias TICTACTEP (Pinto, Díaz & Alfaro, 2016; Pinto, Cortés & Alfaro, 2017) es el resultado de la revisión de diferentes modelos de apropiación TIC y la articulación del Pentágono de Competencias TIC (MEN, 2013, p. 9) con la diferenciación conceptual entre TIC, TAC y TEP (Reig, 2011). Este modelo busca el fortalecimiento de las competencias digitales en docentes desde procesos construccionistas de aprendizaje que implican pasar de un nivel TIC basado en usos instrumentales de la tecnología digital, a usos TAC relacionados con la intencionalidad educativa de la utilización de las TIC, para finalmente avanzar de manera espiral a TEP donde el uso de la tecnología adquiere una dinámica de empoderamiento, participación e innovación educativa (Pinto, Cortés & Alfaro, 2017).

El modelo espiral de competencias docentes TICTACTEP aplicado al desarrollo de competencias digitales (Pinto, Díaz y Alfaro, 2016; Pinto, Cortés & Alfaro, 2017) permite implementar acciones prácticas en el fortalecimiento de formación profesional del docente, incorporando estrategias participativas, colaborativas, interactivas encaminadas a generar impactos significativos en la incorporación de las TIC en la educación. En este sentido es una respuesta a nuevos paradigmas educativos teniendo presente que el mundo contemporáneo ha sufrido múltiples transformaciones y que la tecnología digital hace parte de la cotidianidad del individuo.

2.2 Uso de Mapas Conceptuales

Los mapas conceptuales y la herramienta CmapTools se convierten en un pretexto para que los participantes movilicen sus Competencias TIC a TAC. Tal como se evidencia en el proceso de implementación de la formación en Tecnología Educativa (Cortés, Pinto & Atrio, 2015), donde un eje de reflexión pedagógica fueron los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo. En este sentido, la experiencia de formación en tecnología educativa fue desarrollada por 40 docentes de la Universidad de la Guajira sede Maicao, donde se analizaron ejemplos para el desarrollo de nuevas capacidades en la perspectiva del rol docente y estudiante con uso de TIC. Los docentes divididos en grupos de trabajo, diseñaron mapas conceptuales en papel y usando la herramienta CmapTools. La experiencia para cada uno de los participantes constó de diferentes momentos:

1. Realizar un mapa conceptual en papel respondiendo al interrogante ¿Quién soy yo? y socializarlo con el grupo de trabajo.
2. Ingresar al programa CmapTools, descargarlo en sus equipos, y explorar la herramienta mejorando el mapa conceptual realizado en papel.
3. Analizar las potencialidades pedagógicas de los mapas conceptuales y cómo construir buenos mapas conceptuales desde La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales (Novak & Cañas, 2006).
4. Realizar un mapa conceptual sobre un tema de interés desde el rol estudiante.
5. Diseñar un ejercicio de clase para una asignatura que orienta en el que incluya el uso de mapas conceptuales y la herramienta CmapTools.

Finalmente, los docentes mejoraron sus mapas y socializaron nuevamente los productos corregidos. También se solicitó a los participantes continuar explorando la herramienta CmapTools y realizar un nuevo mapa conceptual para responder a la pregunta de enfoque ¿Qué caracteriza la Universidad de la Guajira sede Maicao? Algunos mapas conceptuales se encuentran disponible en el SITE de los participantes en <https://sites.google.com/a/uniguajira.edu.co/inectic/programas-de/campus-virtual/e-portafolios>.

Se resalta de la experiencia, que los participantes además de aprender a manejar una herramienta como lo es CmapTools desde un nivel de uso instrumental de las TIC, realizaron propuestas para integrarla a la clase y potenciar aprendizajes significativos en los estudiantes utilizando la tecnología digital como TAC. Los docentes participantes en el proceso de formación, además de movilizar sus competencias tecnológicas en el diseño de mapas conceptuales, realizaron un proceso de reflexión de los fundamentos psicopedagógicos del uso de la herramienta en la construcción de conocimiento y la forma como a través de la misma se puede generar aprendizajes significativos en los estudiantes.

Novak & Cañas (2006) consideran que los mapas conceptuales representan de manera gráfica el conocimiento organizado, y están compuestos por conceptos, palabras de enlace y proposiciones. En este caso, los mapas conceptuales ayudaron a dar sentido y significado a los conceptos, permitieron identificar los conocimientos previos de los estudiantes y organizar nuevos significados a partir de la conexión entre dichos conceptos. A partir de la experiencia, se considera que los mapas conceptuales son una herramienta que potencializa el uso de las TIC como TAC en tanto le permiten al individuo analizar, sintetizar, evaluar y organizar información, y construir conocimiento a partir de la interacción con los contenidos, el uso del programa CmapTools y la retroalimentación desarrollada desde los ejercicios de construcción colegiada.

Referencias

- Area, M. & Guarro, A., (2012). “La Alfabetización Informacional y Digital: Fundamentos Pedagógicos para la Enseñanza y el Aprendizaje Competente”. *Revista española de Documentación Científica*. 46–74. Doi 10.3989/redc.2012.mono.977.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cortés, O.; Pinto, A. & Atrio, S. (2015). E-portafolio como Herramienta Construccionalista del Aprendizaje Activo en Tecnología Educativa. *Revista Lasallista de Investigación*, 11(2), 36-44

- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y Cómo Construirlos. Recuperado de <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps-spanish>
- Pinto, A. & Díaz, J. (2015). Convivencia Escolar en la era de la Hiperconectividad. *Cultura, Educación y Sociedad*, 6 (1), 149 – 164. (<https://goo.gl/1rJ1kb>).
- Pinto, A., Díaz, J. & Alfaro, C. (2016). Modelo Espiral de Competencias Docentes TICTACTEP aplicado al Desarrollo de Competencias Digitales. *Revista Educativa Hekademos*, 19, 39-48. (<https://goo.gl/vCouo7>).
- Pinto, A., Cortés, O., & Alfaro, C. (2017). Hacia la Transformación de la Práctica Docente: Modelo Espiral de Competencias TICTACTEP. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*. 51. 37-51. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.03>
- UNESCO, Gobierno de Chile y Enlaces. (2008). Estándares para la Formación Inicial Docente: una Propuesta en el Contexto Chileno. [Documento Online]. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001631/163149s.pdf>

FORTALECIMIENTO DE LA AUTONOMIA ACADÉMICA A TRAVES DE ITINERARIOS FLEXIBLES

Diego Fernando Collazos Reyes
Institución Educativa Luis Carlos Galán, Municipio de Itagüí, Colombia
Email: diefercolla2@hotmail.com, author3@organizationtwo.edu

1 Introducción

La experiencia innovadora realizada a partir de itinerarios flexibles, propuestos por Cañas y Novak (2010), es considerada totalmente satisfactoria y exitosa en la institución educativa Luis Carlos Galán Sarmiento del Municipio de Itagüí. Lo anterior no solamente por los resultados observados en los estudiantes, los cuales fueron de gran valor emocional y sentimental, sino por el inicio de un camino hacia el fortalecimiento de su autonomía académica. Para evidenciar resultados de un proceso, definitivamente hay que darle continuidad al mismo, por lo tanto, dar afirmaciones sobre el porcentaje de mejora en sus niveles de autonomía es muy prematuro, no obstante, como docentes observadores e investigadores se pueden identificar unos cambios positivos en sus comportamientos habituales mientras usaron este recurso valioso que es el itinerario flexible.

La propuesta de itinerarios flexibles se implementó en el año 2017, se aplicó en el grupo noveno B de la institución en mención, a través de las áreas de Lengua Castellana, Ética, Tecnología e Informática, a través de un itinerario de proyecto de vida, que integraba diferentes recursos, donde el estudiante tenía la posibilidad de abordar temas apropiados a su formación vocacional, a nivel tecnológico, axiológico, pero eran ellos, quienes decidían cual camino tomarían como primera opción, hasta completar el itinerario en su totalidad. Es de resaltar que al finalizar cada etapa debían producir unos entregables, que se evidenciaban dentro de la plataforma de la universidad EAFIT, podemos decir que hubo apropiación conceptual y práctica del recurso, fortaleciendo con mayor intensidad sus competencias tecnológicas, interpretativas y comunicativas. Los docentes de la institución contextualizaron el itinerario y agregaron otras actividades adicionales como foros, preguntas problemáticas, creación de recursos TIC, entre estos, una actividad final que consistía en grabar un video a sus padres, acerca de cómo los proyectan hacia el futuro y fue como trabajo final.

Las experiencias pedagógicas que el docente implementa en el aula con sus estudiantes, son significativas y relevantes en la formación de los educandos, pero en la mayoría de los casos, no son sistematizadas efectivamente y se pierde ese recurso de gran valor, que podría tener eco y propagarse a otras comunidades de aprendizaje.

2 Objetivo

Implementar el proyecto de vida a través de itinerarios flexibles para fortalecer la autonomía académica en estudiantes del grado 9ºB de la institución educativa Luis Carlos Galán Sarmiento del Municipio de Itagüí – Antioquia.

3 Aspectos Metodológicos

La propuesta de itinerarios flexibles inicia en las aulas de clase, donde los docentes comienzan con una sensibilización acerca de los ritmos de aprendizaje, la autonomía académica, la responsabilidad cibernética, tanto a nivel académico como a nivel personal. En esta sensibilización se partía de la teorización, construcción e implementación de un mapa conceptual y en el momento de trabajar tecnología e informática se reforzaban conceptos teóricos, pero desde lo pragmático, dándoles la posibilidad de interactuar con la herramienta tecnológica, por ejemplo, el uso adecuado de la plataforma de EAFIT, la aplicación CmapTools y la interactividad de ambos recursos con los estudiantes. Luego se entregó a los estudiantes un Itinerario flexible de aprendizaje que aborda tres competencias: diseño de su proyecto de vida, gestión de la información y uso de herramientas tecnológicas, que fueron desarrolladas a partir de los procesos plasmados allí: <https://cmapscloud.ihmc.us:443/rid=1RS519W0M-1VHSG40-93JKND>.

Después de varias sesiones, los estudiantes habían apropiado la teorización y el uso de los recursos tecnológicos tanto en la sala de sistemas, como en sus casas. Tuvieron la oportunidad de crear mapas conceptuales, siendo lo más importante, la construcción y elaboración del mismo desde su propio criterio. Las primeras sesiones fueron un poco caóticas, pero vale la pena aclarar que del caos también se aprende, los docentes en su rol de acompañamiento, no podían sugerir un camino o una ruta. Los estudiantes exploraron todo el recurso a nivel general, para saber por dónde podían comenzar, pero al inicio fue difícil porque se dispersaban usando otras plataformas como redes sociales, servicio de correo o juegos. Finalmente, el trabajo se considera satisfactorio porque todos los estudiantes al ritmo propio, realizaron su trabajo de exploración y cumplimiento del itinerario flexible en su totalidad, avanzando cada una de las etapas con sus respectivos entregables y a medida que fueron progresando iban ganando mayor autonomía, porque se observó en ellos concentración y motivación durante las sesiones trabajadas a lo largo de los 4 meses.

Como docentes fuimos proactivos frente a la propuesta del itinerario generando actividades adicionales, entre estas, la actividad de cierre, que fue bastante emotiva y profunda, porque consistía en grabar a sus padres, sobre la proyección que ellos hacían de sus hijos en años futuros, dejando gran impacto en ellos, en unos positivo y en otros no tanto. Solamente faltó realizar la socialización final con padres y estudiantes de estos videos, porque hubiera sido importante realizar un debate en torno a ellos, y desafortunadamente se presentaron dificultades de tiempo por los cierres del año anterior.

4 Resultados

Después de finalizar la implementación y ejecución del itinerario flexible, se evidencian resultados de gran impacto en la población de estudiantes seleccionados y sus familiares, que se consideran positivos:

Se buscaba a través del itinerario flexible integrar unas competencias claves para su vida personal, por ese motivo el tema fue proyecto de vida, adicional a ello, se trabajaron competencias tecnológicas, interpretativas, escritas y comunicativas a lo largo del curso, porque los entregables requerían precisamente de estos componentes, en el momento de escribir un aporte en el foro, interpretar un texto para poder hablar de él, comunicar fácilmente frente a un dispositivo audiovisual sobre sus aspiraciones futuras, dando una clara argumentación, e indudablemente la parte tecnológica se encontraba inmersa en cada una de ellas. Hoy en día, cuando el grupo se encuentra en décimo, se siguen evaluando a través de mapas conceptuales para fortalecer procesos de autonomía e investigación desde el aula de clase y tras realizar una evaluación final de un tema específico, de 6 grupos evaluados en la institución, fue el grupo con resultados más aceptables frente a la construcción de mapas conceptuales.

Como docentes, se ha motivado en la institución a todo el personal, y se inició un proceso de creación de nuestros propios itinerarios flexibles, integrando diferentes áreas del conocimiento para permitir fortalecer en los estudiantes la autonomía en sus procesos académicos.

Referencias

- I Agustí, X. B. (1994). La autonomía personal en la infancia: Estrategias cognitivas y pautas para su desarrollo. Siglo XXI de España editores.
- Cañas, A. J., Novak, J. D. (2010). Itineraries: Capturing Instructors Experience using Concept Maps as Learning Object Organizers. En J. Sánchez, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Florez Rivera, L. D. (2015). El uso de Herramientas en Línea para Fortalecer el Aprendizaje Autónomo de los Estudiantes de la Escuela de Administración de Empresas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato, Período 2014-2015 (Master's Thesis).
- City lab digital. Universidad EAFIT. Tomado de: <https://citylabdigital.brightspace.com/d2l/login?logout=1>

MAPAS CONCEPTUALES COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO COGNITIVO EN GRADO PREESCOLAR

Gloria Cecilia Rios Muñoz, Hanine María Vásquez Acevedo
Institución Educativa Gabriel García Márquez, Colombia
Email: r.gloriacecilia@gmail.com, hanivasquez@hotmail.com

1. Introducción

Los mapas conceptuales como propuesta para los educandos de primera infancia, buscan en un ambiente de confianza y sencillez, la construcción de aprendizajes y redes conceptuales, relacionados con la expresión verbal, gráfica y corporal. En busca de que nuestros niños obtengan nuevos conocimientos y crucen las barreras, incursionando en los nuevos entornos de aprendizaje.

Es importante la participación de currículos flexibles de acuerdo a las necesidades y características. Abordar e ir más allá de la perspectiva de las dimensiones, para brindar experiencias concretas que enriquezcan sus relaciones con las personas, los ambientes que los rodean y por ende, sus proyectos de vida.

2. Fundamentos Teóricos

La educación preescolar tiene como objetivo el conocimiento de sí mismo y de su entorno, de la creatividad y de la capacidad de aprendizaje, los cuales se articulan con el modelo y enfoque de la institución en desarrollo de competencias, las cuales se trabajan desde tres saberes, basados en los pilares del conocimiento: conocer, hacer, ser y vivir juntos.

Saber: hace referencia en aprender a comprender el mundo que la rodea,

Hacer: hace referencia en la capacidad de hacer frente a las diversas situaciones y problemas, y a trabajar en equipo.

Ser: Busca propiciar en todos los seres humanos la libertad de pensamiento, de juicio, de sentimientos y de imaginación que se necesita.

Vivir Juntos: Se fundamenta en la idea de interdependencia y la diversidad como valores humanos.

El conocimiento inicia su proceso mediante esquemas y procesos mentales, como un desarrollo cognoscitivo, cuyo significado no solo es construir nuevos esquemas, sino en reorganizar y diferenciar los ya existentes.

En esta propuesta es importante conocer todas dimensiones, pero en especial la Dimensión a desarrollar, como es la dimensión Cognitiva:

- ❖ **Dimensión cognitiva**, es la capacidad del ser humano para relacionarse, actuar y transformar la realidad. En esta dimensión el docente debe conocer y entender las habilidades cognitivas de los niños. Siendo los Mapas Conceptuales una herramienta que moviliza el pensamiento. De las conexiones del conocimiento y el aprendizaje colectivo. La utilización constructiva del lenguaje se convierte en instrumento de formación de representaciones y relaciones y, por tanto, de pensamiento.
- ❖ **Dimensión afectiva**: posibilita la consolidación de la autoestima, la autoimagen, el auto concepto y la personalidad, necesarios para la construcción de la autonomía y la subjetividad.
- ❖ **Dimensión actitudinal y valorativa**: trata de enriquecer la trascendencia del niño a través del respeto, específicamente desde la inteligencia interpersonal, específicamente en lo que se define como empatía, lo cual le permite al sujeto relacionarse adecuadamente con su entorno.



- ❖ **Dimensión ética y moral:** consiste en abordar el reto de orientar su vida. La manera como ellos se relacionarán con su entorno y con sus semejantes, sus apreciaciones sobre la sociedad y sobre su papel en ella, en fin, aprender a vivir.
- ❖ **Dimensión estética:** brinda la posibilidad de construir la capacidad profundamente humana de sentir, conmoverse, expresar, valorar y transformar las percepciones con respecto a sí mismo y al entorno.
- ❖ **Dimensión Corporativa:** hace referencia a la relación del niño con su cuerpo y cómo a través de sus acciones y movimientos expresa toda su afectividad, sentimientos y asimilación, encontrando en el cuerpo un gran medio de comunicación ante el mundo.

3. Metodología

La metodología de trabajo implementada, se lleva cabo mediante una secuencia didáctica del proyecto, denominada las 3C (Conectar, Construir, Compartir):

3.1 *Conectar:* Es la ambientación de una temática del proyecto lúdico pedagógico, incorporando recursos de multimedia (Videos, imágenes, audios, cuentos) y Material LEGO o mediante el planteamiento de preguntas. Los educandos inician su participación exponiendo sus conocimientos previos de la temática. Luego el docente extrae las palabras claves o conceptos que luego son representados mediante símbolos o imágenes.

3.2 *Construir:* Se entregan las imágenes como símbolo en lugar de las palabras, para formar el nexo entre los dos conceptos, se dan las instrucciones previas para la construcción del mapa. Los niños inician observando cada una de las imágenes, las intercambian, las clasifican, las ordenan, comparten sus percepciones y luego por sí solos inician la relación, formando parejas unidas con hilo (y se convierte o toma el de conector), ideando sus propios conocimientos, movilizand el pensamiento y desarrollando sus habilidades cognitivas.

3.3 *Compartir:* Luego de realizar todos los nexos, los educandos participan expresando y compartiendo el significado de sus propias construcciones. Luego la docente elabora nuevas versiones de los mapas, que le permiten retroalimentar y evaluar el proceso de aprendizaje. Ver Ejemplo Figura 1.

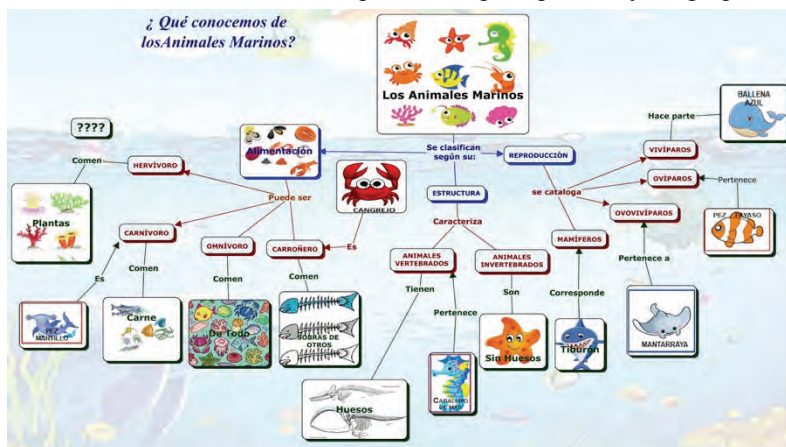


Figura 1. Construcción Mapa Conceptual por parte del docente

4. Resultados

- Estimula en los niños el razonamiento lógico a través de la conexión de las ilustraciones que representan los conceptos, actividades que implican la ordenación, la clasificación, la comparación para resolver situaciones de la vida cotidiana.
- Comunican a los niños sus emociones y vivencias, a través de lenguajes expresivos y códigos lingüísticos para la construcción de los mapas conceptuales.
- Incentiva en los niños la creatividad e imaginación a través de diferentes lenguajes visuales construir su propio conocimiento. Tomando actitudes de acuerdo a sus propios criterios.

5. Conclusiones

Permite que los educandos aprendan o adquieran los conocimientos de forma distinta u otro tipo de aprendizaje: un lenguaje visual o representaciones gráficas, integrando diversos elementos como son los escenarios de construcción conceptual y distribución espacial.

THE MULTIPLE USES OF CONCEPT MAPS FOR PLANNING AND DEVELOPING A MOOC ON CONCEPT MAPPING

Paulo R. M. Correia, Joana G. Aguiar & José F. S. Neto
University of São Paulo, Brazil
Email: {prmc, joanaguilares, jose.francisco.neto}@usp.br
www.mapasconceituais.com.br

1 Learning how to create concept maps

The training of users in the concept mapping technique is critical for ensuring a high-quality concept map regarding the graphical structure and content accuracy. The knowledge represented using propositions must be related to the internal mental schemas to reveal what we know, what we do not know yet, and our misconceptions. This identification rarely occurs when novice users start to create concept maps, because they need to deal with the content (the topic under study) and the format of the task (create a concept map). A MOOC on concept mapping was developed to focus on the mapping technique, to reduce the cognitive overload imposed by novices. We aim to offer the foundations of concept mapping and practical activities to anyone interested in learning how to create good concept maps. Coursera hosts the MOOC as one of the several online courses offered by the University of São Paulo (USP) at <https://pt.coursera.org/learn/mapas-conceituais>.

2 Concept map uses to create a MOOC on concept mapping

The use of concept maps for planning and developing the MOOC addressed multiple challenges. The most relevant involved the plan of the overall structure of the contents and the development of assessment activities. Figure 1 shows the advanced organizer to make a full presentation of the course.

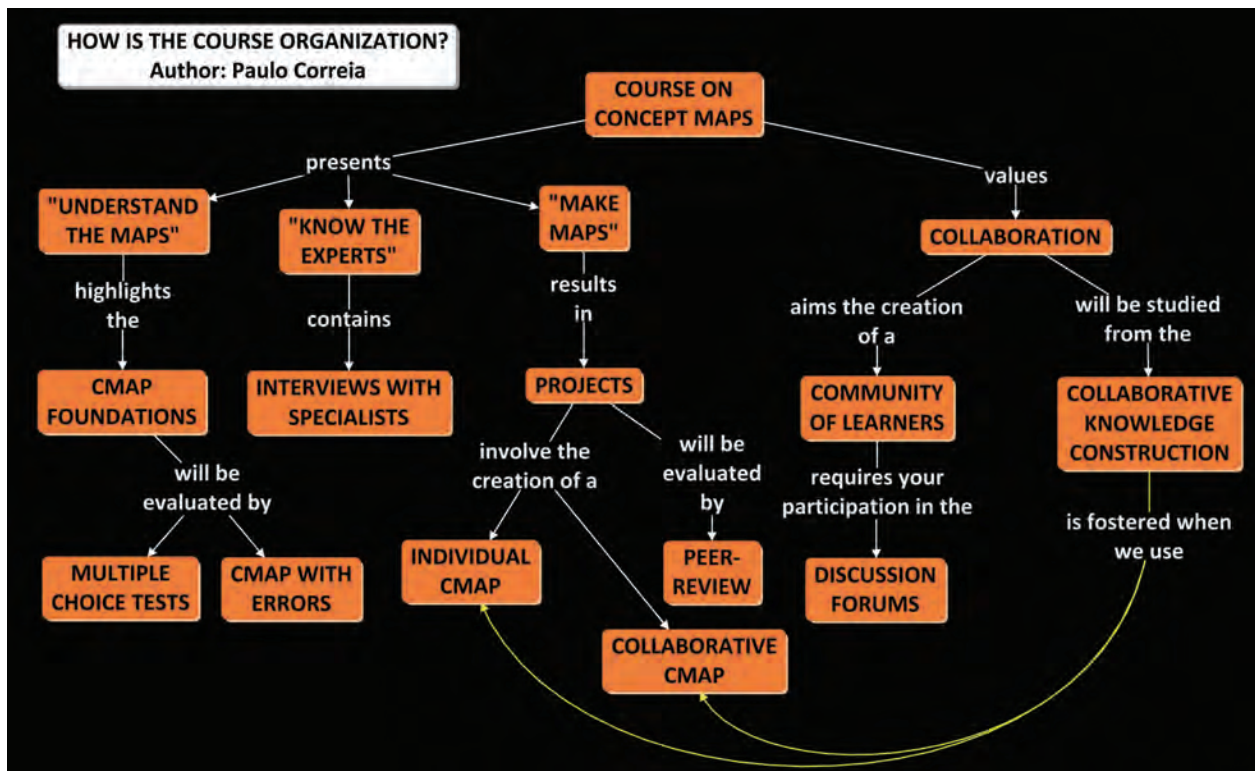


Figure 1. Advance organizer created using a concept map to summarize the course organization.

Healthy life habits are the topics chosen to set up the projects, which involve the creation of an individual and a collaborative concept map. All maps will be evaluated considering the structure (a computational tool was developed for this aim) and the content (using peer-review). Participants' concept maps will be regarded as part of the course assessment. The understanding of the foundations will be checked using multiple choice tests and tasks based on the concept map with errors. These are maps made by experts, who intentionally add some errors to the propositional network and ask students to find them. Cmap with errors have been explored to deliver fast, and reliable feedback to students and it is amenable to online platforms.

3 Summary

Concept mapping is widely used throughout the world and training novice users is an increasing demand. The course we have developed is the first MOOC about concept maps to issue certificated signed by Coursera and USP. This initiative aligns with Concept Mapping Academy, confirming the need for online solutions to training users in modeling knowledge using concept maps.

Acknowledgments

We thank FAPESP (Grant # 2016/24553-7, São Paulo Research Foundation) for funding our research group and the University of São Paulo to support the creation of a MOOC about concept mapping. P. R. M. Correia thanks Alberto Cañas, Rodrigo Carvajal, Brian Moon, Marco Antônio Moreira, and Joseph Novak for the interviews.

UTILIZACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES Y CMAPTOOLS PARA ENSEÑAR TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA

A. L. Pérez Rodríguez, M. I. Suero López, P. J. Pardo Fernández
Grupo Orión de Investigación, Universidad de Extremadura, España
Email: ahuis@unex.es

www.grupoorion.unex.es ; Sitio Cmap: Universidad de Extremadura (España)

1 Resumen

Se presentan los Mapas Conceptuales (MC) realizados con la aplicación informática CmapTools desarrollados para y por nuestros alumnos de la asignatura de Tecnología de la Información y la Documentación Científica del Máster Universitario de Investigación (MUI) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura (España).

2 Descripción de esta Experiencia Innovadora

Esta asignatura es obligatoria en el MUI que posibilita la realización de un doctorado y, aunque se intenta explicar con una metodología eminentemente práctica y trabajar en ella las nuevas maneras de generar, difundir, buscar y gestionar la Documentación y la Información que las nuevas tecnologías han puesto a nuestra disposición (Martínez y otros, 2012), como fundamentos teóricos clásicos de base, el profesor ha hecho para sus alumnos el MC sobre Documentación Científica que aparece en la figura 1 y los alumnos han realizado un trabajo colaborativo en el que se desarrolló el MC sobre la Información Científica que aparece en la figura 2. En cada uno de ellos figura la manera de consultarlos de forma interactiva en el sitio Cmap de nuestro grupo de investigación (<http://grupoorion.unex.es:8001>, carpeta MUI en Ciencias/Curso 2016-17), donde se encuentra además el resto de la información de esta Experiencia Innovadora (metodología seguida con su calendario incluido, etc) y cuya visita recomendamos para acabar de leer lo realizado en la misma.

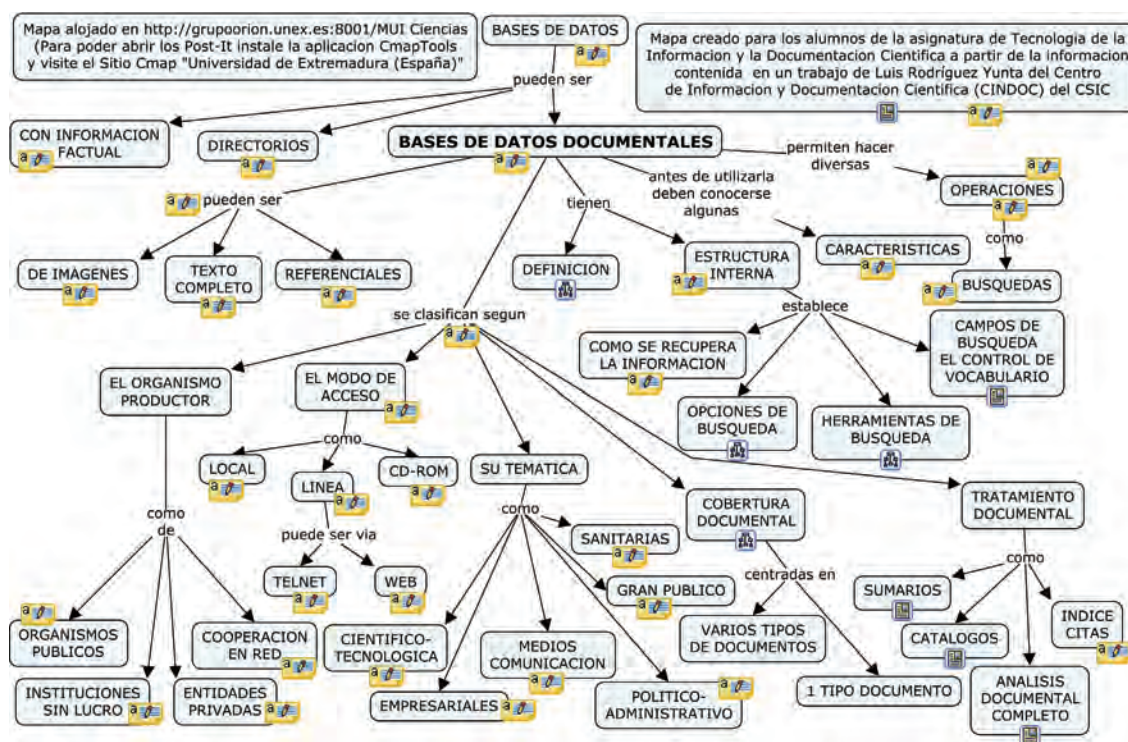


Figura 1. MC sobre la Documentación Científica elaborado por el profesor.

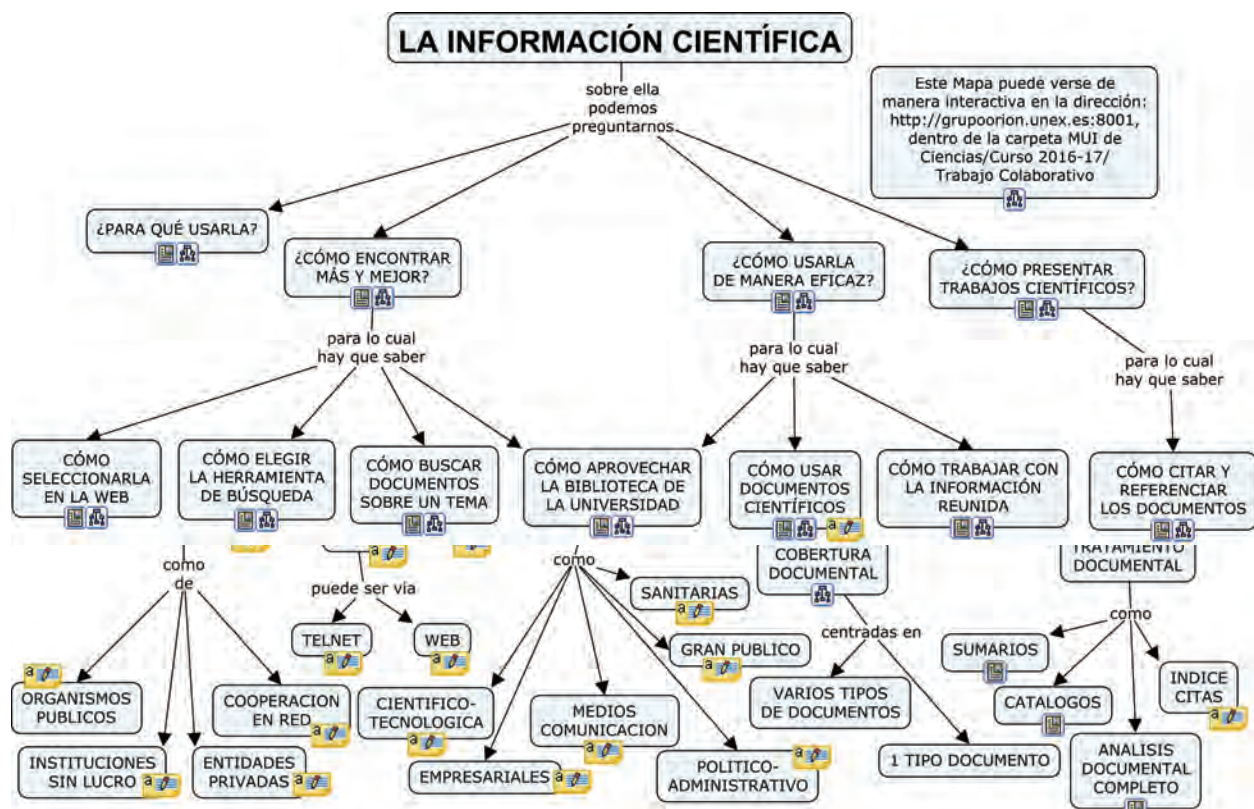


Figura 2. MC sobre la Información Científica elaborado Colaborativamente por el profesor y sus alumnos.

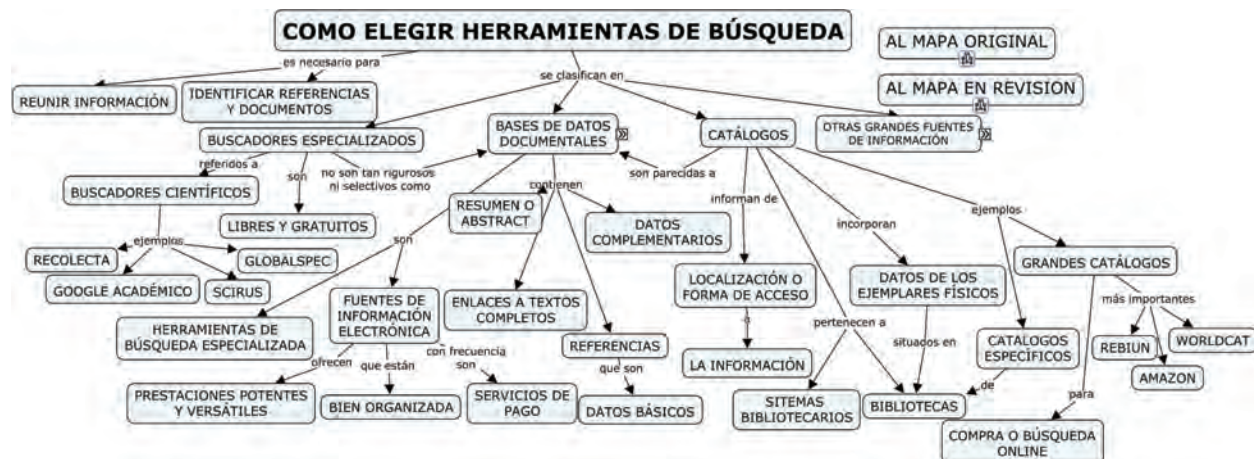


Figura 3. Uno de los MC secundarios al que lleva uno de los enlaces del que aparece en la figura 2.

Referencias

Martínez, G., Pérez, A.L., Suero, M.I. & Pardo, P.J. (2012). ICTs and their Applications in Education. Book Chapter: *Methodologies, Tools and New Developments for e-Learning* (pp. 169-190). ISBN 978-953-51-0029-4. Ed. Intech. Croacia.

UTILIZACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES Y LA UVE DE GOWIN EN UNA CLASE DE FÍSICA PARA INGENIEROS

J. Gil & L. M. Tobaja

Grupo Orión de Investigación, Universidad de Extremadura, España

E-mail: juliagil@unex.es

www.grupoorion.unex.es ; Sitio Cmap: Universidad de Extremadura (España)

1 Introducción

El enfoque constructivista del proceso de enseñanza/aprendizaje (Resnick, 1983) sugiere una participación activa del alumno en su aprendizaje, encaminado hacia un estudiante autónomo. Muy relacionada con la corriente constructivista y basado en la teoría de la asimilación del Aprendizaje Cognitivo, Ausubel, Novak y Hanesian en 1983, propone como estrategia didáctica nuevas herramientas metodológicas que estarían de acuerdo con la filosofía de la elaboración de mapas conceptuales y la Vee de Gowin para conseguir un aprendizaje significativo.

En este trabajo se presenta una experiencia de aula aplicada a la asignatura de Física 2, cuyos descriptores son Teoría de campos y Óptica, iniciada en el segundo semestre del curso 15-16, con los alumnos de los Grados de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos e Ingeniería en Geomática y Topografía, en el Centro Universitario de Mérida, España.

2 Marco Teórico

Hacer un mapa conceptual es un proceso de creación de significado. El mapa conceptual es una representación gráfica de un conjunto de conceptos y sus relaciones sobre un dominio específico de conocimiento, construida de tal forma que las interrelaciones entre los conceptos son evidentes. De esta forma, los mapas conceptuales representan las relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones.

El diagrama de la Vee de Gowin se basa en un estudio epistemológico de un acontecimiento, y constituye un método simple y flexible para ayudar a estudiantes y docentes a captar la estructura del conocimiento y el modo como éste se produce (Gowin & Álvarez, 2005). Se trata de un diagrama en forma de V (Figura 1), en el que se representa de manera visual la estructura del conocimiento (González, 2008). Puede ser utilizado para analizar críticamente un trabajo de investigación que permite “extraer o desempaquetar” el conocimiento de tal forma que pueda ser utilizado en la resolución de problemas (Moreira, 1990). Por análisis epistemológico se va entender el examen de interrelación entre el dominio conceptual y el dominio metodológico implícito en un problema (Escudero & Moreira, 1999).

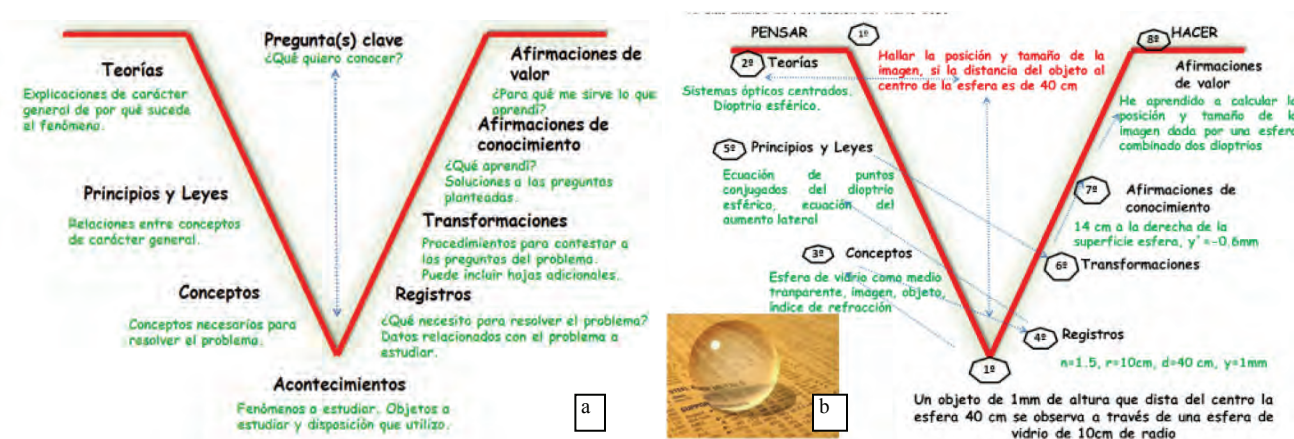


Figura 1. a) La Vee epistemológica simplificada, para ilustrar los elementos conceptuales y metodológicos que interactúan en un problema. b) Ejemplo Vee aplicada a un problema de Óptica Geométrica.

3 Metodología

La práctica como docentes, nos confirma que los alumnos no dedican mucho tiempo a estudiar los contenidos teóricos de los temas (dominio conceptual). El objetivo de esta experiencia es conseguir que de forma autónoma y activa los estudiantes participen en su aprendizaje, y crearles la necesidad de estudiar las teorías de los temas tratados en la asignatura. Podemos dividir la experiencia innovadora en tres etapas: Antes de la clase, en aula y actividades de seguimiento. Antes de empezar cada tema los alumnos pueden encontrar desarrollados en el campus virtual de la UEX, a través de la plataforma Moodle, un resumen del tema en formato pdf (que era usado por el profesor en la clase magistral, anteriormente a la experiencia) y de un mapa conceptual, elaborado por el profesor, que representa la estructura lógica del tema. En el aula se analiza y explica cada relación del mapa conceptual (contenido conceptual). A continuación, se desarrolla y profundiza en el tema mediante el desarrollo de los problemas (contenido procedimental) usando el diagrama de Vee de Gowin (figura 1). Por último, para comprobar si los alumnos estaban consiguiendo el aprendizaje de los contenidos adecuadamente, se les hace una prueba objetiva con consulta. La figura 2, representa un mapa conceptual donde se explica esta experiencia. Y la figura 3 es un ejemplo de mapa conceptual del tema dedicado a la óptica física.

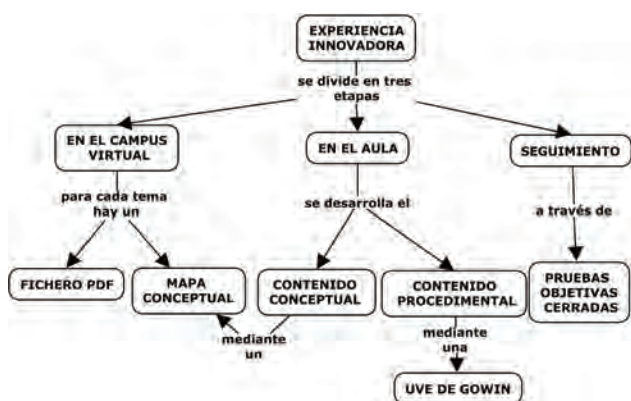


Figura 2. Mapa conceptual que describe la experiencia innovadora presentada

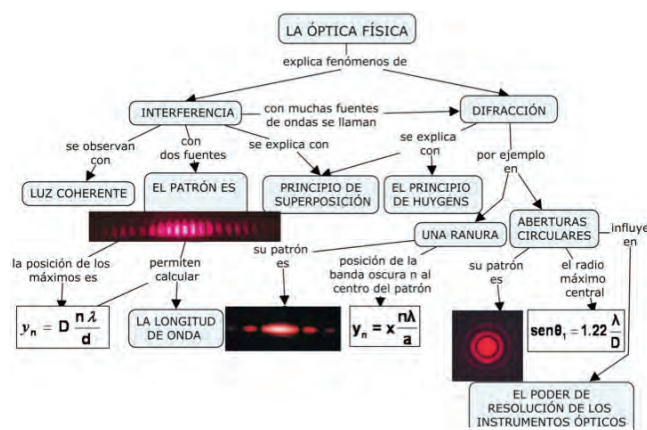


Figura 3. Ejemplo del mapa conceptual del tema de Óptica Física.

4 Conclusiones

La metodología aquí presentada se evaluó mediante una encuesta de satisfacción, que arrojó los siguientes resultados: Más del 55% de los alumnos piensan que el método es bastante útil y más del 75% de los que participaron afirmaron tener una actitud positiva hacia la utilización de la metodología. Además, más del 63% consideraron que probablemente el uso de esta metodología de trabajo le había permitido entender mejor la asignatura. Estas valoraciones fueron corroboradas con los resultados académicos obtenidos por los estudiantes que por falta de extensión se explicarán en la presentación oral de este trabajo.

Referencias

- Ausubel, D. Novak, J. & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
- Escudero, C. y Moreira, M. A. (1999). La *V* epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 61 – 68.
- González, F. M. (2008). *El Mapa Conceptual y el Diagrama V. Recursos para la Enseñanza del siglo XXI*. Madrid: Narcea
- Gowin, B. & Alvarez, M. C. (2005). *The Art of Educating with V Diagrams*. Cambridge University Press.
- Moreira M. A. (1990). Aspectos metodológicos y referenciales teóricos a la luz de la Ve de Gowin. Editora Pedagógica Universitaria.
- Resnick, L. B. (1983). Mathematics and Science Learning: anew conception. *Science*, 220, 477-478.

APRENDIZAJE POR IRRADIACIÓN SEMÁNTICA - CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE BIOLOGÍA

*Felipe Tirado*¹

Universidad Nacional Autónoma de México – FES Iztacala, México

Email: ftirado@unam.mx

Resume. El propósito de este trabajo es plantear una manera de irradiar y estructurar los conocimientos básicos de la biología en un mapa conceptual. Se parte de la concepción teórica del aprendizaje significativo (por comprensión) y su significación (pertinencia – sentido de ser para el educando). El aprendizaje requiere partir del conocimiento del educando (imaginario disponible), ser activo, crítico y creativo (constructivismo). Se plantea la importancia de las relaciones conceptuales en la estructuración del conocimiento (orden – organización – estructuras jerarquizadas). Para ello se propone la indagación disciplinada y el uso apropiado de recursos de mediación, destacando el uso de mapas conceptuales. Se presenta una concepción jerarquizada de conocimientos básicos de biología bajo tres principios estructurales: 1- la relevancia de los seres vivos para el hombre, 2 - las propiedades de los seres vivos (morfología y función) y 3 - la evolución (origen de las especies – biogenética). Se formula una estrategia de aprendizaje por irradiación semántica, instrumentada por un mapa conceptual, con base en cuestionamientos simples (ejemplo: ¿qué es una vaca?), lo cual permite construir una irradiación semántica a partir de lo que saben los estudiantes (imaginario disponible). Se prosigue con otro cuestionamiento que evoque un espectro de significación: ¿por qué son importantes las vacas?, proyectando los múltiples beneficios que la vacas proporcionan al hombre, bajo una topología de estructura radial, indicando sus productos fundamentales (leche – carne – piel – fuerza motora). Posteriormente se integra en el mapa la zootecnia como conocimientos sistematizados para promover la producción animal. El siguiente cuestionamiento es: ¿cómo son las vacas? Bajo una estructura jerarquizada como topología, se desarrolla la taxonomía: Reino – Phylum – Clase – Orden – Familia – Genero – Especie, en la que se marcan los cambios evolutivos en las estructuras biológicas (morfología) y sus propiedades (función), destacando a la biogenética (mutaciones) como el proceso de transformación de las especies. Finalmente se cuestiona: ¿de dónde vienen las vacas? Con la misma estructura, en paralelo, se resalta la morfología y función, pero ahora con el proceso de evolución que dio origen al ganado vacuno, comenzando por las eras del aozoico (origen de la vida) y proterozoico (procariotes – autótrofos), pasando al paleozoico (proliferación de la vida en los mares), mesozoico (reptiles – grandes saurios) y cenozoico (aves y mamíferos), hasta llegar al ganado vacuno contemporáneo. En la presentación del poster se muestra en el mapa conceptual los ejes estructurantes que integran la producción, propiedades, origen y evolución del ganado vacuno contemporáneo, basado en los conocimientos básicos de la biología (morfología y función – evolución y biogenética).

Palabras clave: *aprendizaje, irradiación semántica, biología, mapas conceptuales*

¹ Con el apoyo del programa PASPA de la DGAPA / UNAM.

ARTICULACIÓN DE ITINERARIOS FLEXIBLES DE APRENDIZAJE EN EL SISTEMA EDUCATIVO RELACIONAL DE ITAGÜI (SER+I)

María Cristina Uribe Garcés

Institución Educativa María Josefa Escobar, Secretaria de Educación Municipio de Itagüí, Colombia

Email: maurigar_18@yahoo.es

El Modelo pedagógico del Sistema educativo relacional de Itagüí (SER+i) tiene como misión que la educación responda a las necesidades y características de los estudiantes, con el fin de que cada uno descubra y desarrolle su potencial; avanzando a su ritmo, mejorando su calidad de vida y transformando su entorno (Alcaldía de Itagüí – 2018). En el Municipio de Itagüí cuatro Instituciones educativas implementan dicho modelo y una de ellas es la María Josefa Escobar, institución que participa en la iniciativa Itinerarios Flexibles de aprendizaje basados en mapas conceptuales, la cual desde una metodología innovadora favorece el desarrollo de la autonomía del estudiante, se evidencia la articulación y la coherencia con el diseño curricular que el modelo exige y es uno de los logros que se obtuvo con la experiencia en la sede principal en el grado noveno desde el área de comunicación con el Itinerario Construcción Proyecto de vida, el cual plantea desarrollar competencias de interpretación, producción y publicación de información, adaptado según las necesidades del contexto Institucional. El proceso de implementación del Itinerario inicia con la exploración por parte de los estudiantes de recursos y posibles rutas que se plantean, en donde eligen el camino según sus intereses y motivaciones, ingresaban al espacio virtual <https://citylabdigital.brightspace.com>, y consultaban los recursos que tenían en los procesos (comprender información, observar el entorno, pensar crítica y reflexivamente, emplear técnicas de representación de información escritas y orales, definir el perfil profesional, consolidar y socializar el proyecto de vida) del Itinerario, realizaron los productos enfocados a fortalecer su proyecto de vida como: presentaciones sobre ¿Quién soy yo?, análisis de contexto y retos, que publicaban en el Blog de la plataforma de trabajo, iniciaban en la jornada de clase y continuaban en horario extra clase, favoreciendo el aprovechamiento del tiempo libre y el aprendizaje autónomo. En dicho proceso los estudiantes son sujetos activos, críticos y propositivos y el maestro establece una relación de guía y apoyo. Los resultados fueron muy positivos en términos de motivación, de desarrollo de competencias según el ritmo de cada estudiante, se obtuvo mayor claridad en relación con su proyecto de vida y con la indagación de recursos según sus formas de aprendizaje generado por el uso de las herramientas tecnológicas, participación activa en la elaboración de los entregables, colaboración, autonomía, compromiso y responsabilidad. Además, para las maestras que participamos en el proceso se generó gran interés por el conocimiento en mapas conceptuales y en continuar en la formación en diseño de Itinerarios flexibles que posibilite la construcción de nuevos Itinerarios según las guías de trabajo que se establecen en nuestra Institución articulando otras áreas del conocimiento.

Palabras claves: Sistema educativo relacional Itagüí (SER+i), Itinerarios flexibles, aprendizaje autónomo, desarrollo de competencias.

Referencias

Alcaldía de Itagüí (2018). Extraído el 5 de mayo de 2018 de www.itagui.gov.co

ASSESSING KNOWLEDGE CONSTRUCTION IN MEDICAL RESIDENTS THROUGH SERIAL CONCEPT MAPPING

Anita Samuel & Dario Torre
Uniformed Services University of Health Sciences, USA
Email: {anita.samuel.ctr, dario.torre}@usuhs.edu

Disclaimer: The opinions and assertions expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the official policy or position of the Uniformed Services University or the United States Department of Defense.

Abstract. Medical residents (post graduate trainees) in the US are assessed once annually through an in training multiple-choice exam. However, there is no assessment of their knowledge development and thinking processes on a formative basis. A challenge for supervising faculty is the inability to evaluate residents' development and progression of thinking over time. Concept maps have been shown to provide assessment of learning and performance (Daley & Torre, 2010) while serial concept maps reveal students' growing understanding of a single concept (All & Huycke, 2007). Therefore, our study aimed to assess medical residents' knowledge growth and meaning making process using serial concept maps.

A small-scale pilot study was conducted with 56 residents at a graduate medical education program in the US. Residents were required to create three serial concept maps throughout the academic year on a clinical topic of their choice. A 30-minute orientation session was conducted to introduce relational concept maps (Novak & Cañas, 2008) and CmapTools. Residents worked on their serial maps approximately every 3 months for 1 hour during a scheduled time in the curriculum. After each mapping session, residents' maps were stored electronically by researchers.

The first maps included few concepts with a limited number of propositions and almost no hierarchy and progressive differentiation. Some concepts had no propositions or propositions between concepts were not labeled. It was evident that participants were trying to synthesize content, master the concept mapping process, and CmapTools.

The second maps included a higher number of concepts, linked by more meaningful propositions. An initial level of progressive differentiation and hierarchy began to emerge. The third maps began to show greater knowledge integration and interrelatedness of concepts by an increased propositional network including several levels of hierarchy with crosslinks.

The findings show that the concept maps were good indicators of how participants were making meaning and constructing knowledge from the information they were receiving. The expansion in the maps revealed a deeper understanding of the topic, and a process of continuous knowledge assimilation and restructuring. Furthermore, the concept maps provided instructors with an opportunity to assess residents' knowledge structures and understanding and it enabled them to follow the participants' learning longitudinally. The concept maps also highlighted areas for concern that could then be addressed with the resident.

Serial concept mapping is a feasible instructional tool in a residency curriculum. This approach can be used for remediation, to detect inaccuracies, gaps, misunderstanding allowing for feedback to be provided at different times throughout the program.

Keywords: serial concept mapping, medical education, medical residents, graduate medical education, knowledge construction

References

- All, A. C., & Huycke, L. I. (2007). Serial Concept maps: Tools for Concept analysis. *Journal of Nursing Education*, 46(5).
- Daley, B. J., & Torre, D. M. (2010). Concept Maps in Medical Education: An Analytical Literature Review. *Medical Education*, 44(5), 440-448.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition. Available at: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>

BIOFILM DIAGNOSTIC AND TREATMENT: RELATING CONCEPT MAPPING TO CLINICAL ALGORITHM TO IMPROVE EXPERTISE

António Pedro Fonseca^{1,2}
IESAG, Portugal
2 University of Porto, Portugal
Email: apfonseca09@gmail.com

Abstract. Chronically infected wounds are very costly to health care institutions and a significant cause of suffering. The major failure associated to chronic wounds is a delayed healing process due to the presence of single or polymicrobial communities that give protection to antimicrobials and host defenses. There is an urgent need to give an additional insight to health practitioners of the importance of the biofilm paradigm in explaining the delay in wound healing and its relation to a diagnostic, prophylactic and therapeutic management (Fonseca, 2011). This study examined potential solutions to combat health care professional knowledge and practice gap in the sessile paradigm by teaching how to relate networks of understanding - concept mapping with clinical algorithm - chain of practice. For the empirical study two Master students in Pharmaceutical Sciences were selected and asked to a) synthesize their thesis (biofilms related) and prepare oral defense by relating concept mapping with a clinical algorithm b) to convert this to text as a scientific manuscript. It was possible to assess the student's expertise by their ability to construct and relate a clinical algorithm/"chain of practice" to concept maps underlying the "network of understanding" (Kinchin, 2016; Kinchin *et al*, 2008). Master Students as future health care professionals can therefore have the competence to respond to changes in clinical context by their ability to access relational connections within the sessile paradigm, thus being able to convert between complementary chains and networks. This strategy in "biofilm paradigm" expertise promotion can be transferred to all health care professionals, namely by a scientific article (Pinto & Fonseca, 2018), seminar or workshop, but also to patients as a guidance for "self-management support" (Mills *et al*, 2015). The ability to use of concept maps to visualize deep understanding of the biofilm paradigm and algorithms to express clinical competence comprises a "powerful knowledge" (Kinchin, 2016) that is of utmost importance to ensure the ability to a correct identification of wound biofilms and subsequently the selection of the best therapeutic in the clinical practice.

Keywords: Biofilm diagnostic and treatment, clinical algorithm, concept mapping, meaningful learning, sessile and planktonic paradigm

DESARROLLO DE PROYECTOS DE POSGRADO: MAPAS CONCEPTUALES COMO HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO INVESTIGATIVO

Mg. Silvia Santana & Lic. Enf. Valeria Quintero
Montevideo, Uruguay

Email: ssantana103@yahoo.com.ar, quinterovaleriaster@gmail.com

Resumen: Como parte de un proyecto de investigación sobre marco regulatorio de la Formación Pos Básica en Enfermería (FPBE) en Uruguay, el equipo definió utilizar un Mapa Conceptual (MC) como diseño del proyecto. La naturaleza del MC es la representación del conocimiento y su significado; por ello es una herramienta oportuna para representar proyectos de variada complejidad. Algunos autores (Darder, 2015) han utilizado esta estrategia para la construcción, monitoreo y enseñanza de la investigación, como para modelización de propuestas. El escenario de investigación es la Educación Superior en Enfermería (ESE) en particular la acreditación de la FPBE. Esta ha experimentado transformaciones de concepción y praxis de forma significativa y determinante (Castrillón: 2008). La formación superior requiere una visión renovada para su planeación, estrechamente vinculada con las características sociales, las cuales amplían escenarios y la experiencia del proceso enseñanza-aprendizaje. Los elementos conceptuales de los nuevos sistemas de Educación Superior pueden resumirse en: Aprendizaje a lo largo de la vida, concepción del individuo (alumno) como eje principal del sistema educativo, homogeneizar la formación a través de: temporalizar los procesos de aprendizaje basados en sistemas de créditos y la formación basada en competencias (Luz: 2005). Se busca una mejora continua de la formación y favorecer movilidad de estudiantes y profesionales en diferentes espacios: en Europa a través del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en América Latina y Caribe, a través del Espacio América Latina, Caribe y Unión Europea (ALCUE) y en Asia y el Pacífico el sistema (UMAP) que es un Sistema de Transferencia de Créditos (UCTS). Para los Estados Unidos el sistema de créditos se basa en las horas de contacto y no en hora/estudiante autónomo. Objetivo: Realizar un modelo de regulación de FPBE para Uruguay, con estándares internacionales. Estrategias: análisis crítico de la ESE en contexto internacional, para FPBE en Uruguay y España. Metodología: análisis documental, que según Peña (2007) despliega parte de sus operaciones a partir de un importante cúmulo de conceptos y aportes lingüísticos que son útiles como sustrato para identificar y usar adecuadamente los componentes del lenguaje escrito expresado en los documentos, tanto a los que se aplica como los que se derivan de él. Elementos conceptuales identificados con el MC: Continuum educativo, regulación académica del postgrado y programas Académicos de Especialidades, Maestrías y Doctorado, duración, formación práctica, competencias. Se incluyen documentos que cumplan con criterios de Van Dalen (1979) para el 2007-2017 en bases de datos Redalyc, Mendeley, Index, Scielo y ERIC. La unidad de análisis incluye: normativa del EEES y para Uruguay, estructura y alcance de la normativa, instituciones rectoras, y mecanismos de contralor. Resultados: Se identifican competencias básicas en Especialidades, Maestrías y Doctorados. Se realizó análisis comparativos explicitando la propuesta para Uruguay en acuerdo con los avances tecnológicos. La literatura latinoamericana señala la necesidad de un cambio de paradigma y métodos para una transición múltiple y flexible para enfermería, así como señala ausencia de estructuras de contralor académico con producción científica sobre los procesos de creditización de ofertas de FPBE.

Referencias

- Castrillón Agudelo, M. C. (2008). Pensando en la formación de futuros profesionales de enfermería en América Latina. *Investigación y Educación en Enfermería*, 26 (2, Suppl. 1), 114-121. Retrieved May 13, 2018, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072008000300010&lng=en&tlng=es
- Darder Mesquida, A., Perez, A. (2015) Online tutoring procedure for research project supervision: management, organization and key elements. *Journal of New Approaches in Educational Research*. Vol 4(2). Pp. 123-132 DOI: 10.7821/naer.2015.4.110
- Luz, R., Melo, P., & Ângelo, G. (2005). Educação Superior na América Latina: A convergência necessária. *Revista de Ciências da Administração*, 7(13), 31-48. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>
- Peña Vera, T., Pirela Morillo, J. (2007). La complejidad del análisis documental. *Información, cultura y sociedad*, (16), 55-81. Recuperado en 13 de mayo de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17402007000100004&lng=es&tlng=es.
- Van Dalen, Deobold. (1979) *Understanding Educational Research*. New York: McGraw-Hill;

IMPROVING JUDICIAL DECISIONS BY MEANS OF CONCEPT MAPPING: IS IT POSSIBLE TO ACHIEVE SIMPLICITY THROUGH COMPLEXITY?

António Pedro Fonseca^{1,2}

¹ESAG, Portugal

²University of Porto, Portugal

Email: apfonseca09@gmail.com

Abstract. The analysis of court sentences related to complex cases with large timeline show that there is a great need for juridical knowledge management. It is therefore important the use of knowledge engineering tools to promote deep understanding about the facts and evidences of the judicial cases. The initial petition should be clear and presented with “simplicity”, which is very complex to go through (Paradigm of simplicity -Edgar Morin). The general aim of this work is to demonstrate that concept mapping plus research timeline can help to visualize, document, link events and report findings in court investigations. For the empirical study two cases are reported anonymously and selected because of their large timeline and complexity. The data were collected from a website that included judgments from a Portuguese court and from a court case that is being judged. All the events, documents, report findings were linked to the timeline as concept maps, that were elaborated using CmapTools. Significant differences were found relating the self-perception of facts and events by the authors of the petition in one case. Concept mapping linked to a research timeline can facilitate deep understanding of the judicial case, thus promoting the pursue for justice by the lawyers and the judge. The authors of the claim can improve their perception of vulnerability and enhance their ability to defend themselves, even during court judgments. Optimization of the testimonials input can also be promoted by the ability to consult the “Concept mapping -timeline”. If there is evidence of a general improvement in the understanding of the judicial case, it would be expected that it will also occur with the judge, thus increasing the probability of a just court decision. Concept mapping linked to a research timeline can therefore be an important tool to improve judicial knowledge management in the preparation of the initial claim of a case and in helping the judicial court and the judge to select all the facts which are objective and scientifically verifiable. This task is of utmost importance in order to obtain a just decision for the conflict. This work is also a first step in the development of tools to optimize “judicial knowledge management” which can be used to improve the ability to prevent and intervene in complex judicial cases.

Keywords: Judicial decision, Paradigm of simplicity, concept mapping, meaningful learning, research timeline

LOS ITINERARIOS FLEXIBLES EN LA APREHENSION Y TRASVERSALIZACION DEL CONOCIMIENTO

Diego Fernando Collazos Reyes & Fredy Antonio Rivera Rivera
Institución Educativa Luis Carlos Galán, Municipio de Itagüí, Colombia
Email: diefercolla2@hotmail.com

Resumen. En diferentes ambientes y contextos escolares con características similares y diversas, tanto en la antigüedad como en la época actual, ha sido un gran reto fortalecer en los estudiantes su autonomía académica. Han sido muchos los estudios realizados en torno a ello buscando explicar la falta de autonomía en estudiantes de básica secundaria y media. Es muy probable que la carencia de autonomía en niveles avanzados, sea producto de las bases cimentadas del mismo sistema educativo.

Si analizamos la educación tradicional, podemos observar aspectos determinantes en el fortalecimiento de la autonomía, que al día de hoy ya están mandados a recoger y aunque son muchas las personas que agradecen a este método su disciplina, formación, responsabilidad, autonomía y éxito a nivel personal y laboral, los tiempos cambian y debemos avanzar. Sin embargo, en la actualidad se cuenta con una generación totalmente diferente, programada con un chip más avanzado, que aprenden de diversas maneras y los métodos ortodoxos empleados en el pasado, deben quedar atrás y generar nuevas estrategias de aprendizaje que motiven al estudiante constantemente y fortalezcan su autonomía.

En este sentido, el mapa conceptual se convierte en una herramienta potente y eficaz para comprender un tópico de manera organizada y transformar estos conceptos y conocimientos pertinentes al tema, en aprendizajes significativos, que puede emplearse de muchas maneras a nivel académico. Siendo este recurso fundamental en la adquisición de nuevos conocimientos, también lo es, en la creación de los itinerarios flexibles, puesto que ellos son una ruta de aprendizaje no guiado, (es decir, es el estudiante quien traza su camino y orienta su propio aprendizaje) que buscan contribuir al fortalecimiento de la autonomía académica, les permite a ellos seleccionar lo que más les agrada, pero al final deben llegar a un mismo resultado, siendo válidas todas las rutas que aborden. El poster pretende mostrar el proceso que se sigue en un aula en donde se trabaja el proyecto de vida a partir de esta estrategia, desde el diseño del itinerario, el diseño del ambiente de aprendizaje que lo rodea, su implementación, logros, retos enfrentados y recomendaciones para aplicaciones futuras.

La implementación de los itinerarios flexibles en el aula de clase fue muy significativa, el grupo de enfoque fue 9ºB a quienes se les entregó un itinerario flexible basado en mapas conceptuales que trabaja tres competencias: “Diseño de mi Proyecto de vida” como eje principal, gestión de la información y uso de herramientas tecnológicas. Inicialmente los estudiantes no sabían que camino abordar, precisamente porque se encuentran marcados por el legado de la educación tradicional, al punto que se nota inseguridad al tomar una decisión al interior del recurso educativo. Cuando se les da la posibilidad de explorar, ellos tomaron más confianza y empezaron a recorrer el itinerario en las diferentes sesiones, cumpliendo a cabalidad con cada uno de los entregables propuestos. Esta experiencia impactó sus vidas, no solo a nivel personal sino familiar, porque como propuesta de cierre surgió una idea de entrevistar a sus padres y enviar posteriormente el video al grupo de WhatsApp, acerca de cómo los proyectan a ellos en el futuro y realmente, fue un momento muy grato, con muchos sentimientos encontrados para aquellos que no sabían lo que pensaban sus padres acerca de ellos.

Es importante que el docente del siglo XXI sincronice y complemente sus métodos de enseñanza al interior del aula y fuera de ella, con los recursos TIC (Tecnologías de información y comunicación) que ofrece la actualidad, sea a nivel de hardware o software ya que hay mucho para escoger, teniendo en cuenta, que los estudiantes aprenden de formas diversas. Siendo consecuentes, no interesa el recurso porque el fin debería ser el mismo, el cual es obtener un aprendizaje significativo para el estudiante, no solo para su vida escolar sino para la formación del ser en todas sus dimensiones, lo cual permea considerablemente su vida personal.

Es claro, que estos aprendizajes son para sus vidas y seguramente aportarán demasiado a sus procesos académicos, no solo en la etapa secundaria y media, sino en sus estudios de educación superior. Por tal motivo como reflexión final, se destaca la importancia de fortalecer el conocimiento, aprendizaje y autonomía a través de itinerarios flexibles, porque es una forma de integrar diferentes aprendizajes en un mismo recurso, permitiendo transversalidad en diversas áreas del conocimiento.

Palabras Clave: Itinerarios flexibles, conocimiento, aprendizaje, autonomía, estrategia.

Referencias

- I Agustí, X. B. (1994). La Autonomía Personal en la Infancia: Estrategias Cognitivas y Pautas para su Desarrollo. Siglo XXI de España.
- Cañas, A. J., Novak, J. D. (2010). Itineraries: Capturing Instructors Experience using Concept Maps as Learning Object Organizers, En: *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.
- Florez Rivera, L. D. (2015). El Uso de Herramientas en Línea para Fortalecer el Aprendizaje Autónomo de los Estudiantes de la Escuela de Administración de Empresas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato, período 2014-2015 (Master's Thesis).

ORCHESTRATING UNIVERSITY TEACHERS' TPACK, THROUGH CONCEPT MAPPING

Barbara de Benito¹, Jesús Salinas¹, Alexandra Lizana¹ & Milagros Guiza²

¹University of Balearic Islands, Spain

²UNPA, Argentina

Email: {barbara.debenito, jesus.salinas, alexandra.lizana}@uib.es, mguizae@gmail.com

Abstract. As part of a case study based on concept mapping, this poster displays an exploratory research, applying a qualitative methodology, to identify, analyze and establish relations between factors that define technological, pedagogical and content knowledge (TPACK) of higher education teachers. TPACK framework, was used to analyze its elements amongst twenty higher education professors, belonging to different disciplines. In order to apply TPACK framework to analyze university teachers' expert knowledge, a procedure for the elicitation, representation and transfer of expert knowledge developed in previous studies was applied. The application of concept map-mediated interviews allows us to learn about the processes where professors apply their TPACK technology experience for teaching and to analyze the interrelationships between elements from TPACK. It also allowed to recognize specific disciplines and context use. This study proves that TPACK framework could be used as an analysis tool for teacher's competencies relating to ICT (Information Communication Technology) concentrating on how teachers apply technology. The research was done in different phases whose objective was to deeply comprehend the different factors that take part and interact in the teaching/learning process. Factors that directly relate to teachers' knowledge and the context where the learning process takes place. The first phase was to identify teachers using ICT for their teaching related to three factors: use, description of good practice and student's participation. Phase II define TPACK factors categorized in 5 dimensions: formation and teacher experience, discipline, ICT usage abilities, teaching/learning methods and techniques and planning. In phase III we analyzed six context variables: professor's attitude, students' attitude, experiences, teacher training, objectives and competences and resources. Data gathering was made in phase IV through concept map-mediated interviews. Concept map coding processes and analysis generated from the interviews was done in phase V, initial categories used were: factors extracted from TPCK Model, types of knowledge from TPACK and context variables. Results and discussion were made in last phase.

Keywords: concept mapping, TPACK, faculty development

REPRESENTING CONCEPTUALIZED DYNAMIC NETWORK KNOWLEDGE FOR CYBER-SITUATIONAL AWARENESS

Leslie F. Sikos¹, Dean Philp², Markus Stumptner¹, Wolfgang Mayer¹, Catherine Howard² & Shaun Voigt²

¹University of South Australia, Australia

²Defence Science and Technology Group, Australia

Abstract. The formal representation of domain knowledge for communication networks, including computer and IoT networks, provides a way to overcome the syntactic and semantic interoperability issues of data integration. The concepts of expert knowledge and real-world network entities can be captured in ontologies at different levels of abstraction, and their properties described using restrictions that utilize mathematical logic. The dynamic nature of these concepts can be efficiently captured using provenance-aware statements, which can be used for querying and inferencing, thereby providing automated support for cyber-situational awareness. The visualization of these network concepts can help analysts understand network topology and traffic flow. Options to visualize network knowledge include, but are not limited to, conceptual graphs, concept maps, RDF graphs, named graphs, hypergraphs, and property graphs, the last three of which correspond to the dominant graph data models. Different representations, however, have different benefits and drawbacks, such as concept maps provide simple representations with no technical knowledge required, while RDF graphs have global identifiers for network entities and namespace prefixes for all terms, but require some familiarity with knowledge engineering to interpret. By using concept maps, network concepts and entities can be represented intuitively, allowing people at various levels of technical expertise to collaborate in network analysis. Concept maps can represent both one-way and two-way relationships between network concepts and individuals, allowing the categorization of concepts and relationships, and can capture temporal relationships as well. While conceptual maps are inherently informal, they can also represent precise machine-interpretable statements that utilize OWL ontology terms (by applying a set of conventions). The graphical representation of network knowledge can integrate network knowledge from diverse sources, such as open data, routing messages, and network device configuration files. A concept map of network knowledge can not only represent networking concepts, such as autonomous systems, routers, servers, and workstations, but may also indicate direct/indirect connection between network devices, inconsistencies in routing, suspicious traffic flow, and misconfigurations. Illustrating complex relationships and documenting network knowledge at different levels of abstraction may require other visualization options, such as conceptual graphs and RDF graphs, especially when specific elements have to be represented or implicit knowledge captured, more structure is needed, network entities have to be defined using a global web identifier, or the relationships between concepts need to be described precisely with mathematical logic. Because RDF graphs may be simplified to concept maps to make it easier to comprehend network topology while preserving most of the semantics of the more comprehensive representation, it is possible to exploit the benefits of both representations simultaneously to find related concepts and connected entities, and facilitate network knowledge discovery.

Keywords: concept map, RDF graph, hypergraph, cybersecurity, cyber-knowledge

TEACHING PEER REVIEW PROCESS TO MIDDLE SCHOOL STUDENTS BY USING ONLINE CONCEPT MAPPING ACTIVITIES

António Pedro Fonseca^{1,2}

¹ESAG, Portugal

²University of Porto, Portugal

Email: apfonseca09@gmail.com

Abstract. Peer review process is a long-known practice in the sciences in order to validate scientific claims that can be put forth in academic papers. In fact, scientific journals rely on peer review process to double check scientific claims made by the authors before abstract/poster/oral presentation or scientific article is published. The peer review process is also an important formative tool for authors allowing the peers to provide formative feedback on the article, thus giving the original authors an opportunity to make the revisions to fulfill the journal scientific requirements. It is known that students demonstrate great difficulties in designing and conducting a research project revealing “surface knowledge” of the publication algorithm. It is the aim of this work to a) teach peer review process to middle school students by using online concept mapping b) improve middle school students’ scientific literacy in order to prepare them for successful transition to High School and university studies. For the empirical work twelve groups of five students were asked to implement a guided inquiry, by means of using online Concept Mapping (Fonseca, A.P., CMC 2016). The main research question was “Can bacteria adhere, form biofilms and degrade plastics?”. The students were asked to gather online scientific data and to analyze research articles provided by their teacher to answer the research question. Students showed to be capable of autonomous work, collecting and interpreting the data in order to find an answer to the proposed inquiry question. They were able to participate in the peer review process, thus demonstrating that it is possible to teach science in the way it is actually practiced by scientists. It is therefore possible to shape middle school students as future scientists, by engaging them in a “guided inquiry” in order to promote deep understanding of the “peer review process”, thus increasing scientific literacy.

Keywords: Peer review, middle school students, concept mapping, meaningful learning, scientific literacy

THE EFFECTIVENESS OF PRE-SET CONCEPT MAP ON THE STORYTELLING QUALITY OF PERSIAN-SPEAKING CHILDREN

Elahe Taheri ghalen
Allameh Tabataba'i, Iran
Email: taheri931@atu.ac.ir

Abstract. Storytelling is one of the activities that is carried out at home or at school by parents or teachers. A child shows his/her interest in listening to the stories at the age of 2 or 3. The way adults tell the story has an effect on children's memory. In this research, the effect of concept map on the storytelling quality of 7-year-old Persian-speaking children was studied. The subjects of this study were 20 children who were selected from elementary school in district 9 of Tehran. The subjects were randomly divided into two groups, experimental and control group. Children of experimental group participated in story-telling experiment in which its concept map was prepared in advance by the researcher. So, the examiner described the story with the help of a preconfigured concept map for this group, and after a short time they were told to retell the story individually for the examiner in a class at school. Their storytelling was recorded for further analyses. The control group also listened to the story but without any concept map. The children storytelling ability was scored by two school teachers based on the table of Evaluation inspired by Via (2002). To assess the quality of the story reproduced by the children, their storytelling activity was scored (from 5 to 1) through a table containing information such as quality of content, transition, planning and story design, action and dialogue and the accuracy of information. The findings showed that the experimental group had better performance than the control group and their differences were significant.

Keywords: concept map, child language, storytelling ability, retelling

References

Via, S. (2002). Digital Storytelling Evaluation Rubric, Retrieved from:
<http://its.ksbe.edu/dst/PDFs/Rubrics/rubric.pdf>

Authors Index

A

Abbas, Shaimaa Salah, 223, 300
Abreu de Andrade, Viviane, 22
Acuña Picado, Karen, 227
Agudelo, Olga Lucía, 161, 352
Aguiar, Joana G., 42, 382
Aguilar Tamayo, Manuel Francisco, 279
Ali, Nina Fatma, 12
Angulo, Carol, 259
Araújo-de-Almeida, Elinei, 318
Ardila, Vann Hallem, 79
Atuesta, Maria del Rosario, 161
Ayala Moreno, Johanna B., 339

B

Badilla Saxe, Eleonora, 233
Ballego, Raissa S., 70
Baumgartner, Ange Danielle, 31
Bertholo Piconez, Stela C., 52
Buitrago Ropero, Mauricio Esteban, 192

C

Campelo, Leandro Fabrício, 52
Cañas, Alberto J., 101, 259, 289
Carff, Roger, 101
Carvajal Rivera, Milena, 233
Carvajal, Rodrigo, 373
Castro, Juan Lirio, 181
Cerdas Sánchez, Lineth, 233
Collazos Reyes, Diego Fernando, 378, 394
Conceição, Adriano Nardi, 323
Conceição, Simone, 249
Cordero Arroyo, Julián, 233
Corrêa, Ronise R., 70
Correia, Paulo R. M., 42, 70, 323, 382

D

de Benito, Barbara, 395
Derbentseva, Natalia, 333
Díaz Carreño, Jarold, 375

E

Echeverry, Lina María, 161
Eldin, Ahmed Sharaf, 223, 300

F

Fageeh, Abdulaziz I., 111
Farza, Lynda, 337
Febles, Juan P., 143
Fonseca, António Pedro, 391, 393, 397
Fonseca, Deisy Alejandra, 79
França Mendes, Renata Angélica, 304
Freire, A. S., 308
Freire, A.B.M.S., 308

G

Gamboa Umaña, María del Carmen, 233
Ghajar, Shadi, 332
Gijón Puerta, José, 200
Gijón, Meriem K., 200
Gil, J., 386
Gómez Barreto, Isabel María, 181, 313
Gómez Ramos, José Luis, 181, 313
González Yoval, Pablo, 22
González, Ninoshka, 143
Gorman, James, 170
Guiza, Milagros, 395

H

Hermosillo Marina, Saulo, 22
Heron, Marion, 42
Himangshu-Pennybacker, 216
Holbrook, Jack, 244
Howard, Catherine, 396

I

Ibarra Rodríguez, Josué Antonio, 279

J

Johnston, Charles, 1

K

Kasting, Monica L., 373
Kinchin, Ian M., 42
Kwantes, Peter, 332

L

Lake, Paige W., 373
Lima Santos, Roberto, 318
Lizana, Alexandra, 395

Lizarazo, Liliana Andrea, 79
Lizcano, Rafael, 352
Lott, James, 101

M

Martin, Larry, 249
Martínez Gómez, Isneila, 360
Mayer, Wolfgang, 396
Möllits, Aet, 151
Montejo Garzón, Katherine Johana, 365
Moon, Brian, 1
Moon, Skyler, 1
Muñoz Prieto, Efrén, 79

N

Nascimento, Thalita S., 70
Neto, José F. S., 382
Nigro, Marisol, 328

O

Ocampo Hernández, Stefany, 233
Olachea, Ana María, 269
Owens, Sherie, 216

P

Pardo Fernández, P. J., 370, 384
Peralta, Jesús, 87
Pérez de Villarreal, M., 207
Pérez Rodríguez, A. L., 384, 370
Philp, Dean, 396
Pinto Santos, Alba Ruth, 375
Prats, Ernest, 134
Prpic, Juliana Kaya, 12

Q

Quintero, Valeria, 328, 392

R

Rannikmäe, Miia, 96, 244
Reed, Damon R., 373
Reiska, Priit, 151, 289
Rentería, María Inés, 347
Rios Muñoz, Gloria Cecilia, 380
Rivera Gómez, Diego Alexander, 356
Rivera Rivera, Fredy Antonio, 394
Rodríguez, Andrés, 259
Rodríguez, I., 207
Rojas Binda, Liana, 233
Romo Aguilar, Filiberto, 117

S

Safayeni, Frank, 332
Salazar Saénz, Mauricio, 233
Salinas, Jesús M., 134, 342, 395
Samuel, Anita, 249, 390
Sánchez Navalón, Belén, 313
Sánchez Schultz, Ernesto, 347
Santana, Silvia, 392
Santos Pinto, Yorly Andrea, 375
Serna Rodríguez, Rosa, 313
Shallcross, David C., 12
Sikos, Leslie F., 396
Skinner, Amber M., 373
Soares, Marília, 323
Soobard, Regina, 244
Stumptner, Markus, 396
Suero López, M. I., 3704, 384

T

Taheri, Elahe, 398
Teppo, Moonika, 96
Tirado, Felipe, 87, 388
Tobaja, L. M., 386
Toro Rodríguez, María del Pilar, 192
Torre, Dario, 390

U

Uribe Garcés, María Cristina, 389

V

Vadaparampil, Susan T., 373
Vargas González, Isabel, 233
Vásquez Acevedo, Hanine María, 380
Veloz, J., 207
Villanueva Vargas, Isis Nut, 124
Voigt, Shaun, 396

W

Wang, Xiaojing, 61

Z

Zamora, Natalia, 259
Zhao, Guoqing, 61

Organized by:



Supported by:



ISBN: 978-958-8719-85-6



9 789588 719856

Medellín, Colombia
September 26 - 28, 2018