



SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE
ON CONCEPT MAPPING

Concept Mapping to Learn and Innovate

Proceedings of the Sixth International
Conference on Concept Mapping

Paulo R. M. Correia
Maria E. I. Malachias
Alberto J. Cañas
Joseph D. Novak
Editors



SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE
ON CONCEPT MAPPING

Concept Mapping to Learn and Innovate

Proceedings of the Sixth International
Conference on Concept Mapping

Paulo R. M. Correia
Maria E. I. Malachias
Alberto J. Cañas
Joseph D. Novak
Editors

ORGANIZERS:



SUPPORT:



SPONSOR:



Escola de Artes, Ciências e Humanidades
São Paulo
2014

CATALOGING IN PUBLICATION (CIP) DATA

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Library)

International Conference on Concept Mapping (6th : 2014 : Santos, SP, Brazil)
Concept mapping to learn and innovate : proceedings of the Sixth
International Conference on Concept Mapping / Paulo R. M. Correia ... [et al.],
editors ; organizers, USP, IHMC. – São Paulo : Escola de Artes, Ciências e
Humanidades, 2014
1 online resource

CMC 2014, held in Santos (SP), Brazil in September 22-25, 2014
Content: vol. 1. Full papers : part 1. A-E (pp. 1-258) -- part 2. H-Z (pp. 259-
529) -- vol. 2. Poster papers (pp. 530-822)
Access to the text: <<http://cmc.ihmc.us/cmc/CMCProceedings.html>>
ISBN 978-85-64842-15-1 (3 in 2 vol.)

1. Teaching and learning. 2. Concept mapping. 3. International conference.
I. Correia, Paulo Rogério Miranda, ed. II. Infante-Malachias, Maria Elena, ed.
III. Canãs, Alberto J., ed. IV. Novak, Joseph Donald, ed. V. Universidade de
São Paulo. VI. Institute for Human and Machine Cognition, org. VII. CMC
2014. VIII. Title

CDD 22, ed. – 370.1523

Reproduction is authorized provided the source is acknowledged.

Concept Mapping to Learn and Innovate
Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping
Volume 1, Part Two - Full Papers

Edited by:

Paulo R. M. Correia
Maria E. I. Malachias
Alberto J. Cañas
Joseph D. Novak

Cover Design:

Adriano Fernandes

Copyright: Paulo R. M. Correia, Maria E. I. Malachias, Alberto J. Cañas, Joseph D. Novak (editors), 2014

Copyright: University of São Paulo, Institute for Human and Machine Cognition, 2014

ISBN 978-85-64842-15-1

Organizing Committees

Program Committee Chairs

Alberto J. Cañas, Institute for Human and Machine Cognition, USA
Paulo Correia, Universidade de São Paulo, Brazil
Maria E. I. Malachias, Universidade de São Paulo, Brazil

Program Committee Honorary Chair

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

Steering Committee

Alberto J. Cañas, Institute for Human and Machine Cognition, USA
Simone Conceição, University of Wisconsin-Milwaukee, USA
Steve Cook, Department of Defense, USA
Paulo Correia, Universidade de São Paulo, Brazil
Sumitra Himangshu, Middle Georgia State College, USA
Norma Miller, Universidad Tecnológica de Panamá, Panama
Priit Reiska, Tallinn University, Estonia
Jesús Salinas, Universitat de les Illes Balears, Spain
Jaime Sánchez, Universidad de Chile, Chile
Jacqueline Vanhear, University of Malta, Malta

Program Committee

Robert Abrams, Robert Abrams Consulting, USA
Karoline Afamasaga-Fuatai, National University of Samoa, Samoa
Joana Guilares de Aguiar, Universidade de São Paulo, Brazil
Mauri Åhlberg, University of Helsinki, Finland
Ulisses Ferreira de Araújo, Universidade de São Paulo, Brazil
Guadalupe Martínez Borrequero, Universidad de Extremadura, Spain
Larry Bunch, Institute for Human & Machine Cognition, USA
Anderson R. Y. Cabral, Universidade Luterana do Brasil, Brazil
Alberto J. Cañas, Institute for Human and Machine Cognition, USA
Evandro Cantú, Instituto Federal do Paraná, Brazil
Mary Jo Carnot, Chadron State College, USA
Rodrigo Carvajal, Moffitt Cancer Center, USA
Silvia Chacón, Universidad de Costa Rica, Costa Rica
John Coffey, University of West Florida, USA
Carmen M. Collado, Independent Consultant, USA
Simone Conceição, University of Wisconsin-Milwaukee, USA
Steve Cook, Department of Defense, USA
Paulo Correia, Universidade de São Paulo, Brazil
Davidson Cury, Universidade Federal do Espírito Santo, Brazil
Natalia Derbentseva, University of Waterloo, Canada
Italo Dutra, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil
Germán Escorcia, Independent Consultant, Mexico
Tom Eskridge, Institute for Human & Machine Cognition, USA
Lea Fagundes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil
Eloi Luiz Favero, Universidade Federal do Pará, Brazil
Clovis T. Fernandes, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, Brazil
Louis Fourie, University of the Western Cape, South Africa
Gloria Gómez, University of Southern Denmark, Denmark

Fermín González, Universidad Pública de Navarra, Spain
 Gordon Jin-Xing Hao, Beihang University, China
 Mónica Henao, Universidad EAFIT, Colombia
 Antonio Carlos Hernandes, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP
 Sumitra Himangshu, Middle Georgia State College, USA
 Robert Hoffman, Institute for Human & Machine Cognition, USA
 Maria Elena Infante-Malachias, Universidade de São Paulo, Brazil
 Taina Kaivola, University of Helsinki, Finland
 Ian Kinchin, University of Surrey, UK
 Ismo Koponen, Helsinki University, Finland
 Ely Kozminsky, Ben-Gurion University, Israel
 Evelyse dos Santos Lemos, Fundação Oswaldo Cruz, Brazil
 Flavio Antonio Maximiano, Universidade de São Paulo, Brazil
 Norma Miller, Universidad Tecnológica de Panamá, Panama
 Brian Moon, Perigean Technologies LLC, USA
 Marco A. Moreira, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil
 Daniela L. Musa, Universidade Federal de São Paulo, Brazil
 Joseph D. Novak, Institute for Human and Machine Cognition, USA
 Ángel Luis Pérez, Universidad de Extremadura, Spain
 Stela C. B. Piconez, Universidade de São Paulo, Brazil
 Thomas Reichherzer, University of West Florida, USA
 Priit Reiska, Tallinn University, Estonia
 Carlos Araya Rivera, Universidad de Costa Rica, Costa Rica
 Francisco E. L. da Rocha, Universidade Federal do Pará, Brazil
 Ma. Luz Rodriguez, Centro de Educación a Distancia - Tenerife, Spain
 Nancy Romance, Florida Atlantic University, USA
 Patrícia B. Schäfer, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil
 Jesús Salinas, Universitat de les Illes Balears, Spain
 Jaime Sánchez, Universidad de Chile, Chile
 Romero Tavares da Silva, Universidade Federal da Paraíba, Brazil
 María Isabel Suero, Universidad de Extremadura, Spain
 Manuel F. Aguilar Tamayo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mexico
 Sok Khim Tan, Independent Educational Consultant, Malaysia
 Alfredo Tifi, Istituto Tecnico Industriale Statale "Eustachio Divini", Italy
 Maria Cristina Motta de Toledo, Universidade de São Paulo, Brazil
 Patrícia L. Torres, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brazil
 Jorge Valadares, Universidade Aberta (de Lisboa), Portugal
 Giuseppe Valitutti, Università di Urbino, Italy
 Jacqueline Vanhear, University of Malta, Malta
 Anderson Dias Viana, Universidade de São Paulo, Brazil
 Michael Vitale, East Carolina University, USA
 Jinshan Wu, Beijing Normal University, China
 Claudia Zea, Universidad EAFIT, Colombia
 Guoqing Zhao, Beijing Normal University, China

Local Organization Committee Chairs

Paulo Correia, Universidade de São Paulo, Brazil
 Maria E. I. Malachias, Universidade de São Paulo, Brazil

Local Organization Committee

Alexandra Okada, Open University, UK
 Aline Orvalho Pereira, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
 Anderson Dias Viana, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
 André Mauricio Brinatti, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR
 Antonio Carlos Hernandes, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP
 Antônio Dégas M. O. Neto Storelli, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, SP
 Ariane Baffa Lourenço, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP

Carlos Alberto dos Santos, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, PR
Celso José Viana Barbosa, Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, SE
Clovis Torres Fernandes, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP
Conceição Aparecida Soares Mendonça, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE
Crediné S. Menezes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS
Cristina Adams, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Ecivaldo de Souza Matos, Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, SP
Edval Rodrigues de Viveiros, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP
Evandro Cantú, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Foz do Iguaçu, PR
Evelyse Dos Santos Lemos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, Centro Universitário Metropolitano de São Paulo, Guarulhos, SP
Gertrudes Aparecida Dandolini, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC
Giuliana Coutinho Vitiello, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Herbert Brandão, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, São Paulo, SP
Jeremias Borges da Silva, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR
Joana Guílares de Aguiar, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
João Batista dos Santos Júnior, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, SP
João Marcelo dos Santos Xavier, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
José Augusto Fabri, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procopio, PR
José Ribamar dos Santos Ferreira Júnior, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Laércio Ferracioli, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES
Luiz Carlos Begosso, Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, SP
Maria Elena Infante-Malachias, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Marta Maximo Pereira, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Nova Iguaçu, RJ
Michelle Camara Pizzato, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS
Oswaldo Massambani, Agência de Inovação INOVA Paula Souza, São Paulo, SP
Patrícia Behling Schäfer, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS
Patrícia Lupion Torres, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR
Paulo Rogério Miranda Correia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Rafael Leonardo Rocha, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Romero Tavares, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB
Silvia Itzcovici Abensur, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Silvio Luiz Rutz da Silva, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR
Stela Conceição Bertholo Piconez, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Verónica Guridi, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Wilson Luiz Lanzarini, Petrobras, Rio de Janeiro, RJ
Yuri Orlik, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, PR

Preface

Welcome to CMC 2014, the Sixth International Conference on Concept Mapping, and to Santos.

These years Brazil is the organizer of great events, including the FIFA World Cup and the Olympics, and, of course keeping it in perspective, it's the natural location for our event, the bi-annual conference on concept mapping. The easy going way of life of Brazilians and the proximity of the beach should give this year's event a particular flavor that should lead to intellectual exchange and, why not, some fun.

We have a variety of topics in the academic program, with a strong presence of Brazilian educators and researchers that shows the growth in interest and usage of concept mapping in the country. We welcome these new participants to the Cmappers community. The members of the Program Committee have had a hard time selecting the papers for the conference from a large number of submissions. And of course, the conference would not take place if it were not for all the authors that are willing to share their work with the concept mapping community.

We also welcome our keynote speakers Marcia Linn, Reinhold Steinbeck, Louis Fourie and Ian Kinchin, who together with Joseph D. Novak via videoconference and an interesting set of panels complete the Academic Program.

The Local Organization Committee has done a wonderful job helping all us on our way to Santos and making sure we enjoy our stay through the Social Program.

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

Alberto J. Cañas
CMC 2014

Preface

Knowledge has become a commodity in 21st-Century society. The current economy has abundant information as raw material and innovation as the competitive advantage. The inclusion of a country into the globalized world depends on how it relates to knowledge, i.e., how it values knowledge production and dissemination. The increasing strategic importance of the triad research science/technology/innovation (knowledge production) and education (knowledge dissemination) requires new ways of dealing with knowledge. Concept maps are a way to graphically represent knowledge structures that we have stored in our memory. They are useful for organizing our conceptual schemes, enhancing individual learning, group learning, collaborative processes and creativity. This explains the growing interest of Brazilian researchers to use the technique of concept mapping, who will benefit from the exchange with the best worldwide researchers during the CMC2014. Prof. Dr. Joseph Novak, creator of the concept maps, is the honorary chairman of the Organizing Committee and fully supports the Brazilian edition of the conference.

CMC2014 will occur in Santos/SP, through 22-25 September, and its main theme is “Concept Mapping to Learn and Innovate”. The scientific program is organized into four invited talks, three panels, twenty seven sessions for oral presentations and three poster sessions. On the whole, the discussions will address various aspects of knowledge management, considering the concept mapping technique as the preferred choice to represent knowledge and organize it visually. The goal is to establish a space for discussion including academic researchers from the international community, Brazilian researchers starting to research into this area, graduate students and professionals linked to the educational sector and other professional corporations (public, private and third sector). The realization of this international conference in Brazil and the exchange of experiences that occur during scientific activities should drive the consolidation of the local critical mass on the topic. Currently, there are Brazilian researchers working with concept mapping but in a diffused and poorly integrated way. The expectation is that this event will have a bonding effect to create a Brazilian network of researchers, increasing the quantity and quality of research conducted on the technique of concept mapping.

Paulo Correia
Chair, Program Committee CMC 2014

Contents

How Different Instructions Affect Cmaps Elaborated by Students? A Study Involving Cmap Structure and Association of Study Materials <i>Anderson Dias Viana, Paulo Rogério Miranda Correia, Universidade de São Paulo, Brazil</i>	259
How Good Is My Concept Map? Am I a Good Cmapper? <i>Alberto J. Cañas, Joseph D. Novak, Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA Priit Reiska, Tallinn University, Estonia</i>	268
How to Teach the Concept of Propositions? A Worked-Example Approach to Highlight the Need of Propositional Semantic Meaning in Concept Maps <i>Rafael Leonardo Rocha, Aline Orvalho Pereira, Joana Guilaes de Aguiar, Paulo Rogério Miranda Correia, Universidade de São Paulo, Brazil</i>	277
Intervenção em Mapas Conceituais: Uma Experiência na Educação Básica <i>Rosália Prokasko Lacerda, Léa da Cruz Fagundes, José Valdeni de Lima Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil</i>	283
Is a Concept Mapping with Errors Useful for Evaluating Learning Outcomes? A Study on Declarative Knowledge and Reading Strategies Using Eye-Tracking <i>Joana Guilaes de Aguiar, Paulo Rogério Miranda Correia, Universidade de São Paulo, Brazil</i>	290
La Evaluación de Mapas Conceptuales: Análisis de Instrumentos y su Aplicación en un Caso Práctico <i>Ernest Prats, Universitat de les Illes Balears, España</i>	298
Mapa de Ruta para Aprender en el sg. XXI Conectad@s e Interactuando <i>Mikel Agirregabiria Agirre, Dpto. Educación Gobierno Vasco; Gasteiz-País Vasco, Lorea Aretxaga Bedialauneta, Josi Sierra Orrantia, BN Bilbao-País Vasco, Regina Gonçalves Cavalcanti, Univ. Bandeirantes Sao Paulo Brazil</i>	306
Mapas Conceituais & Leitura e Produção Acadêmica <i>Rita de Cássia Veiga Marriott, UTFPR, Brasil, Rosane de Mello Santo Nicola, PUCPR, Brasil</i>	315
Mapas Conceituais no Estudo de Organizações Praxeológicas: O Caso da Robótica Educacional no Ensino de Física <i>Milton Schivani, Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil, Maurício Pietrocola, Universidade de São Paulo, Brasil</i>	323
Mapas Conceituais numa Empresa Integrada de Energia <i>Wilson Luiz Lanzaolini, Universidade Petrobras, Brasil</i>	331
Mapas Conceptuales Sucesivos Depurados para Facilitar un Proceso de Investigación <i>Irma Z. Sanabria, María Ramírez de M., Neyra Tellez, Mario Aspee Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela</i>	338
Mapping Concepts in Mathematics Using Networks: There Is More Information In Multiple Choice Items Than You Might Think! <i>Geoff Woolcott, Southern cross University, Australia, Rassoul Sadeghi, University of New South Wales, Australia, Daniel Chamberlain, Griffith University, Australia</i>	346

Modelos de Conocimiento: Una Metodología de Investigación en el Posgrado <i>Diana Elizabeth García- Salgado, Manuel F.Aguilar-Tamayo, Juan Espinosa-Montero, Jesús Manzano-Caudillo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México</i>	355
Multi-Level Analysis Strategy to Make Sense of Concepts Maps <i>Beat A. Schwendimann, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland</i>	363
NLP-IMAP: Integrated Solution Based on Question-Answer Model In Natural Language for an Inference Mechanism In Concept Maps <i>Wagner de A. Perin, Davidson Cury, Crediné S. de Menezes, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil</i>	370
O Mapa Conceitual Como Recurso Didático Facilitador da Aprendizagem Significativa de Conceitos Científicos do Tema “Propriedades da Matéria”: Um Estudo com Alunos do Ensino Fundamental <i>Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira, Centro Universitário Metropolitano de São Paulo, Brasil, Conceição Aparecida Soares Mendonça, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil</i>	379
O Papel dos Mapas Conceituais no Desenvolvimento do Projeto Pedagógico do Curso de Administração <i>Paulo H. Trentin, Fábio Gerab, Hong Y. Ching, Centro Universitário da FEI, Brasil</i>	388
Procedimiento de Mapeo Conceptual para el Analisis Cualitativo de Datos <i>Iliana Cuenca Almazán, Virginia Montero-Hernández, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México</i>	396
Relatos Digitales: Uso de Mapas Conceptuales con Comercios Locales para Fomentar la Formación de los Gestores en el Comercio de Proximidad con Inguralde en Barakaldo <i>Nuria Barandalla, Miren Tobalina, Inguralde Barakaldo, País Vasco, Julen Iturbe-Ormaetxe, Consultor Artesano Bilbao Univ. Mondragon, Naiara Pérez de Villareal, Digitalde Galdakao, País Vasco, Josi Sierra BN Bilbao, Dpto. Educación País Vasco</i>	404
Report on the Collective Effects of Concept Mapping on Learning Outcomes of Students In a Nuclear Medicine Technology Radiation Science Course <i>Gregory Passmore, Georgia Regents University, USA</i>	411
Revisión del Conocimiento Acumulado Sobre Mapas Conceptuales a Través del Análisis de Comunicaciones Presentadas en los 5 Congresos Mundiales <i>Pilar Ibáñez Cubillas, José Gijón Puerta, Universidad de Granada, España, Fermín González García, Universidad Pública de Navarra, España</i>	419
SERO!: Evaluating a Concept Mapping Game for Its Potential to Improve Cognitive Capabilities <i>Brian Moon, Charles Johnston, Benjamin Tuxbury, Perigean Technologies LLC, USA Robert Hoffman, Institute for Human and Machine Cognition, USA Sean Guarino, Ryan Jarvis, David Young, Victoria Romero, Charles River Analytics, USA...</i>	427
SRC-DV: Sistema de Representação do Conhecimento para Pessoas com Deficiência Visual <i>Diego Freire da Silva, Willians Santos de Oliveira, Universidade Salvador, Brasil Claudia Pinto Pereira Sena, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil</i>	436
Student Perceptions of Quality in Higher Education: Community, Engagement and Belonging <i>Camille B. Kandiko Howson, King's College London, Unite Kingdom</i>	444

Supervisión en Línea de la Investigación en Maestrías y Doctorados. Estrategia Metodológica de Apoyo a la Investigación y a la Interacción <i>Martha L. Orellana H., Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia</i> <i>Jesús Salinas I., Universidad de las Islas Baleares, España</i>	452
The Impact of Concept Mapping on Higher Cognitive Levels In Teaching Thermodynamics to Mechanical Engineering Students <i>Bhalachandra L. Tembe, Indian Institute of Technology Bombay, India</i> <i>S. K. Kamble, Datta Meghe College of Engineering, Navi Mumbai, India</i>	461
Um Modelo de Aprendizagem de Apoio À Interação Entre Aprendizes em Fóruns de Discussão Baseado em Mapas Conceituais <i>Fernanda Josirene de Melo Ferreira, Sunny Kelma Oliveira Miranda, Hemilis Joyse Barbosa Rocha, Evandro de Barros Costa, Fábio Paraguaçu Duarte da Costa, Universidade Federal de Alagoas, Brasil</i> <i>Antonio Geroncio dos Santos Filho, Felipe Emanuel da Silva Correia, Faculdade de Tecnologia de Alagoas, Brasil</i>	468
Uso Combinado de Diagrama V Modificado e Mapas Conceituais como Instrumento Avaliativo em Aulas Experimentais de Química Inorgânica <i>Maria Fernanda Campos Mendonça, Márcia Regina Cordeiro, Keila Bossolani Kiill Universidade Federal de Alfenas, Brasil</i>	476
Uso de Mapas Conceituais como Ferramenta para uma Aprendizagem Significativa nos Diversos Níveis de Formação <i>Anna Larissa de Castro Rego, Kalyane da Silva Ferreira, Diana Paula de Souza Rego Pinto Carvalho, Marcos Antonio Ferreira Júnior, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil</i>	484
Uso de Mapas Conceituais para Definir Diretrizes para Criação de Objetos de Aprendizagem Acessíveis <i>Claudia Mara Scudelari de Macedo, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil</i>	491
Uso de Mapas Conceptuales en Estudiantes Universitarios de Nuevo Ingreso <i>Diana Elizabeth García Salgado, Araceli Guadalupe Díaz Valdés, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México</i>	498
Uso de Mapas Conceptuales para la Comprension de Conceptos Matematicos <i>Ana María Olachea, Universidad Nacional de Luján, Argentina</i>	505
VMAP: Caracterização de uma Abordagem para Verificação Sintática e Semântica de Mapas Conceituais <i>Daniel V. de Assis, Wagner de A. Perin, Davidson Cury, Geraldo A. Vassoler, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil</i>	514
What Do You Know About Genetics? Conceptual Mapping and Its Correlation With Traditional Assessment and Academic Performance <i>Juliana M. Aguiar, Denise R. C. Lannes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil, Ana Beatriz Garcia, Cristina S. Ferreira, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brazil</i>	522

HOW DIFFERENT INSTRUCTIONS AFFECT CMAPS ELABORATED BY STUDENTS? A STUDY INVOLVING CMAP STRUCTURE AND ASSOCIATION OF STUDY MATERIALS

Anderson Dias Viana & Paulo Rogério Miranda Correia, Universidade de São Paulo, Brazil

Email: prmc@usp.br, www.mapasconceituais.com.br

Abstract. Concept maps (Cmaps) are visual organizers to represent knowledge using propositions. The literature discusses the role of demand in the process of Cmaps elaboration. This work investigated how demand influences the structure and the integration of study materials used during the learning phase. We collected a total of 98 Cmaps elaborated under two different conditions. The first situation was restricted to 24 concepts and the second was restricted to 9 concepts and a pre-established focus question. The analysis of data revealed that the difference in demands changes the structure of the maps and the integration of concepts from the materials of instruction. More restrictive situations lead the mapper to a higher level of synthesis where the structure of the Cmap assumes one more similar to a net structure and leads to integration between different materials.

Keywords: Cognitive Load Theory, Concept Maps, Extraneous Cognitive Load, Instructional Design, Training Methods.

1 Introduction

Concept maps (Cmaps) are graphic diagrams that represent part of the individual's mental models (Novak, 2010). Cmaps are formed by concepts linked to form propositions (initial concept – linking phrases → final concept). The inclusion of linking phrases to clarify concept relationships makes Cmaps more powerful than other graphical techniques used to represent knowledge and information, such as mind and argumentative maps (Davies, 2011; Correia, 2012). In line with Cañas and Novak (2006), our research group advocates that four central concepts must be considered to get all of the benefits from the Cmaps (Aguiar et al., 2014; Aguiar & Correia, 2013). These concepts are summarized below.

- Proposition: Gives semantic clarity to the content of the Cmap and makes it possible to share the represented knowledge.
- Focus question: Keeps the mappers centered on idea and avoids large Cmaps about broad topics, which can be better organized into several Cmaps with specific focus questions.
- Hierarchy: Fosters progressive differentiation when broad concepts are continuously detailed into more specific ones (Ausubel, 2000). This process is useful to organize knowledge and to acquire new information from organized schemas.
- Recursive revision: Reflects the continuous change in our knowledge during the learning process and the consequent need of adjusting the representation we have of it. Cmaps must be revised frequently to keep them up to date with our own knowledge.

The task for elaboration of Cmaps can be planned in different ways. The kind of demand will produce the elaboration of Cmaps with distinctive contents and structures. Cañas et al. (2012) highlights this effect of task configuration on students' Cmaps using a graph to organize typical Cmap tasks into a continuum from total freedom to total restriction of content and structure (Figure 1). This approach provides an insightful connection between instructional design and learning outcomes (student Cmap) usually forgotten by teachers. Our main goal is to further explore this connection and present some empirical data to compare students' Cmaps obtained under two different conditions.

This paper aims to compare the morphology of propositional network (structure) and the way students associate study materials when they elaborate Cmaps following two different instructions. Condition C1 is less restrictive in terms of content and structure, and students make a Cmap as preparation for an exam. Condition C2 is more restrictive in terms of content and structure, and students make a Cmap during an exam, and consult the Cmap prepared under C1 condition. We hypothesized the more restrictive condition (C2) will foster conceptual synthesis during the exam. As a consequence:

- Cmaps elaborated under C2 will present more complex structures than Cmaps elaborated under C1 (hypothesis 1a), and
- Study materials will be more associated in Cmaps elaborated under C2 than Cmaps elaborated under C1 (hypothesis 1b).

Hypotheses 1a-1b will be verified using Cmap analyses developed by our research group (Silva Jr. et al., 2010; Cicuto et al., 2013). These analyses are detailed below.

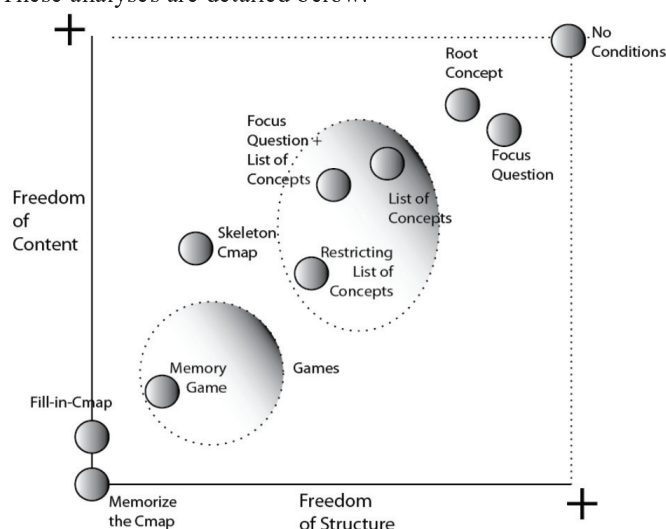


Figure 1. Freedom of structure and content conditions to describe concept mapping task. The instruction to elaborate Cmaps can vary from total freedom (no conditions) to total restriction (memorize the Cmap), which affects students' Cmap (Cañas, Novak & Reiska, 2012).

2 Research methods

2.1 Participants and data collection

The Cmaps ($n = 98$) were obtained during an undergraduate course on Natural Science (NS) offered to all first-year students undergraduate students in the School of Arts, Science and Humanities at the University of São Paulo (SASH/USP). The main goal of this course is to provide a broad overview of the influence of scientific and technological development in our society (Correia et al., 2010). Forty-nine students took part into this study in 2013, and each one made two Cmaps following different instructions (conditions C1-C2) during classes 9 and 10 (Figure 2). Both Cmaps were about climate change, the main topic of part 2 of the course. This topic was discussed throughout classes 5 to 9. Class 10 was selected to carry out a formal evaluation of student outcomes using Cmaps (C2). Students could prepare a previous Cmap (C1) to study and consult it during the exam. All of this emphasis on students making their own Cmaps was possible due to the training period on concept mapping we developed and used during classes 1-4 (Aguar et al., 2014; Aguiar & Correia, 2013; Correia et al., 2008).

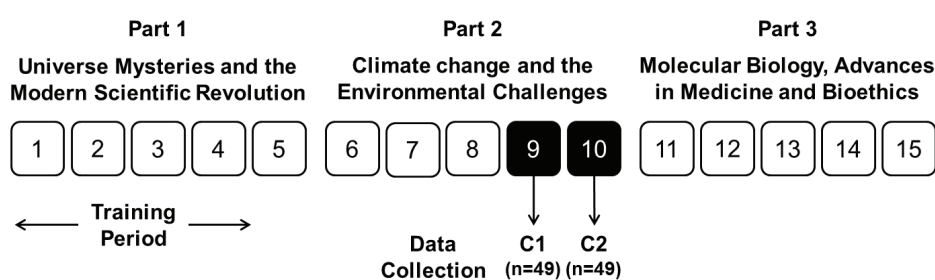


Figure 2. General organization of the 15-class Natural Science Course. Students were trained in the concept mapping technique during classes 1-4. The data collection (Cmaps) occurred at classes 9-10 under different instructions (conditions C1-C2).

The main differences between conditions C1 and C2 are highlighted in Table 1. Condition C1 has more freedom in terms of content and structure compared to condition C2. Moreover, students can consult the Cmaps produced under C1 (during the timespan between classes 9-10) during the exam (class 10) while preparing a Cmap under more restrictive conditions (C2). The full instructions given to students to prepare the Cmaps are presented in Figure 3.

Name:		Code:	
<p>[TP2-NS2013] CONCEPT MAP to be used as EXAM PREPARATION</p> <p>Considering the materials used during the discussion in class 7, 8 and 9. Read the texts, watch the indicated videos, reflect about our discussions, and select the concepts most relevant to each class (max of 4 concept for each instructional material). List your concepts in the following table. You can relate, at most, 24 different concepts. The delivery of Exam Preparation worth 0.5 points in Test 2 of NS-2013</p>			
<p>(A) Class 7: Climate change and development. Text of José Goldemberg</p>		<p>(B) Class 7: Video "AI Gore alerts about the last climate tendencies". TED: AI Gore</p>	
A1)		B1)	
A2)		B2)	
A3)		B3)	
A4)		B4)	
<p>(C) Class 8: Global Questions: crisis or opportunity? Text of André Trigueiro</p>		<p>(D) Class 8: Video "Conscious consumerism". TED: André Trigueiro.</p>	
C1)		D1)	
C2)		D2)	
C3)		D3)	
C4)		D4)	
<p>(E) Class 9: COP 15: field appointments. Text of Sérgio Abranches</p>		<p>(F) Class 9: Video "Environmental Racism". TEDxSP: Paulo Saldiva</p>	
E1)		F1)	
E2)		F2)	
E3)		F3)	
E4)		F4)	

FOCUS QUESTION & INSTRUCTIONS			
<p>How is scientific-technological development related to climate changes?</p> <p>[1] The dotted rectangle shows the initial concept of Cmap. [2] "INCREASE OF LOCAL ACTIONS" is the obligatory concept and it must be part of your Cmap. [3] Put the number in the propositions to indicate the order of reading. [4] Put the source of each concept in the circle next to rectangle, considering the codification used to elaboration of TP.</p>			
(A) "Climate change and development" (Text, José Goldemberg)	(B) "AI Gore alerts about the last climate tendencies". (Video, AI Gore)		
(C) "Global Questions: crisis or opportunity?" (Text, André Trigueiro)	(D) "Conscious consumerism". (Video, André Trigueiro)		
(E) "COP 15: field appointments". (Text, Sérgio Abranches)	(F) "Environmental Racism". (Video, Paulo Saldiva)		

Figure 3. Instructions to students to prepare their Cmaps under condition (a) C1 and (b) C2. The Cmaps made under C1 could be consulted during the exam (C2), which involved the elaboration of a Cmap under more restrictive conditions.

Table 1: Comparison of conditions C1 and C2 to students elaborate Cmaps in class 9 and 10, respectively.

	Condition C1 Study/Preparation to the exam	Condition C2 Exam of Natural Science course
Material to be consulted during the elaboration process	Texts and videos used in classroom (classes 5-9).	Cmap produced by students to study for the exam (condition C1).
Number of concepts (structural restriction)	Mild. 24 (maximum) to be selected by students, considering the texts and videos used in classroom.	Moderate. 9 concepts, one of them is compulsory and defined by the teacher (“increase of local actions”)
Focus question (content restriction)	Mild. To be defined and declared by students.	Moderate. Defined by the teacher. A how-type question to foster dynamic thinking/ propositions.
Time limit	Mild. One week between the demand and the delivery date. There is virtually no time restriction.	Moderate. Time controlled and limited to 60 minutes.

2.2 Structural Analysis of Cmaps

Our research group developed a quantitative structural analysis of Cmaps to capture all morphological features of the propositional network (Silva Jr. et al., 2010). This approach was inspired by the qualitative study proposed by Kinchin et al. (2000) and a quantitative rubric reported in the literature (Cañas et al., 2006). We consider that Cmaps are formed by three types of building blocks: J, K, and L (Figure 4). Each one represents concepts that may be involved in one or more propositions as initial concepts (p) or final concepts (q). Using this information, we can describe all morphological features of the propositional network of a Cmap.

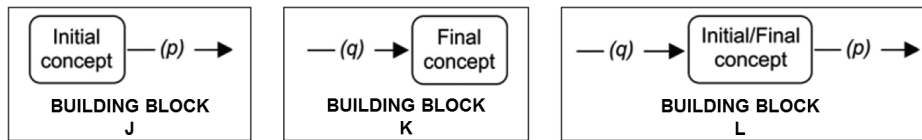


Figure 4. Fundamental building blocks (J, K, and L) of Cmaps’ considered for structural analysis (Silva Jr. et al, 2010).

Table 2 presents the parameters of the structural analysis and their computations from the building blocks. The size difference involving Cmaps elaborated under C1 (24 concepts) and C2 (9 concepts) was compensated by calculating relative values for the parameters of the structural analysis. These relative measurements allowed us to compare the morphology of Cmaps obtained under C1 and C2 without considering the size difference. Averages and standard deviations were obtained for each parameter (absolute and relative). SPSS (v. 22.0, IBM, USA) was used to run Student’s *t*-test to compare these results.

Table 2: Parameters for the structural analysis of the Cmaps.

Parameter for structural analysis		Correspondence with structural building blocks	Computation	
Description	Notation		Absolute value	Relative value*
Concepts (boxes)	C	-	-	-
Propositions (arrows)	P	-	-	-
Propositional density	PD	-	-	PD = P/C
Only initial concepts	OIC	J	OIC = J	OICr = OIC/C
Only final concepts	OFC	K	OFC = K	OFCr = OFC/C
Initial/final concepts	IFC	L	IFC = L	IFCr = IFC/C
Initial concepts	IC	J+L	IC = J+L	ICr = IC/C
Initial concepts with multiples propositions	MIC	$J_m + L_m = J + L$, when $(p \geq 2)$	MIC = $J_m + L_m$	MICr = MIC/C
Final concepts	FC	K+L	FC = K+L	FCr = FC/C
Final concepts with multiples propositions	MFC	$K_m + L_m = J + L$, when $(p \geq 2)$	MFC = $K_m + L_m$	MFCr = MFC/C

*The relative values were calculated to compensate the size difference involving the Cmaps elaborated under C1 (24 concepts) and C2 (9 concepts). The absolute values were divided by the total number of concepts to obtain the relative values.

2.3 Analysis of study material associations

Six study materials (A-F) were selected by the teacher, and students focused on them to prepare their Cmaps (C1 and C2). They were asked to identify the source of the selected concepts using colors (C1, see Figure 3a) and letters (C2, see Figure 3b) to make visible the connections among the study materials during the process of

retrieving and organizing information about the topic (climate change). The association of different study materials by the students was then evaluated using these Cmaps, as additional information was available to the teacher. This approach was proposed and tested by our research group (Cicuto et al., 2013), and it allowed the teacher to check how students processed the selected study materials.

Table 3 presents the categories used to compute the results for the analysis of study material associations. The critical condition was to distinguish propositions involving concepts from the same study material and from different study materials. Relative values were also calculated to avoid interference due to the difference of the size of the Cmaps elaborated under C1 (24 concepts) and C2 (9 concepts). Averages and standard deviations were obtained for each parameter (absolute and relative). SPSS (v. 22.0, IBM, USA) was used to run Student's *t*-test to compare these results.

Table 3: Parameters for the analysis of study material associations.

Parameter for study material analysis		Computation	
Description	Notation	Absolute value*	Relative value**
Propositions involving concepts from the same study material	SM	$SM = P_{SM}$	$SMr = P_{SM}/P$
Propositions involving concepts from different study materials	DM	$DM = P_{DM}$	$DMr = P_{DM}/P$

*SM and DM represent same/different study materials, respectively. **The relative values were calculated to compensate the size difference involving the Cmaps elaborated under C1 (24 concepts) and C2 (9 concepts). The absolute values were divided by the total number of propositions to obtain the relative values.

3 Results and Discussion

3.1 General considerations about conditions C1 and C2

Students used the Cmaps made under condition C1 during the exam (condition C2) to address a focus question about climate change ('How is scientific and technological development related to climate change?') and accommodate a compulsory concept ('increase of local actions') into the propositional network in 60 minutes. The access of a Cmap containing an organized set of propositions about the study material (C1-Cmap) helped students to deal with the restrictive conditions imposed during C2. The major challenge they faced was selecting the most important concepts to include in the 9-concept Cmap. This reduced number of concepts from 24 to 8, considering that the teacher offered one compulsory concept, which imposed a synthesis exercise because they needed to express their knowledge using only the most critical concepts. The number of propositions was not restricted, which allowed them to make as many conceptual relationships as they wanted. The teacher gained two straightforward indicators to evaluate the C2-Cmaps comparatively. Students who grasped the content tended to produce:

- Cmaps with net structure (few concepts embedded into many propositions), and
- Cmaps with a smart concept selection (only critical concepts are present, revealing the capacity to identify the main parts of the topic).

3.2 Influence of instructions on the Cmap structure

The mean for all parameters of the structural analysis are presented in Table 4. The absolute values confirmed the influence of the difference on the Cmap sizes (C1: 24 concepts; C2: 9 concepts). As students could use more concepts in C1, these Cmaps presented higher values to all parameters than C2-Cmaps. In brief, there was a significant influence on the Cmap structure because of difference in the number of concepts used in each condition. Despite being expected and obvious, this fact confirms different instructions to elaborate Cmaps produce different outcomes. Therefore, it seems difficult for a teacher to compare Cmaps produced under diverse conditions (e.g., freedom considering the number of concepts to be used by students).

Relative values were critical to comparing the C1 and C2 Cmaps because they eliminated the effect caused by the difference in the size between them. The *t*-test revealed no difference considering PD, OICr, MICr, and FCr. However, a statistical difference remained for the parameters, OFCr, IFCr, ICr, and MFCr. The changes can be explained considering the influence of condition C2, which was more restrictive in terms of structure and content.

Table 4: Parameters of the structural analysis for Cmaps obtained under C1 ($n = 49$, 24 concepts) and C2 ($n = 49$, 9 concepts).

		C1: Study/Preparation to the exam M (SD)	C2: Exam of Natural Science course M (SD)	t-test
Absolute Values	C	22.92 (2.76)	9.31 (0.68)	33.51**
	P	29.24 (9.38)	12.29 (2.62)	12.19**
	OIC	2.76 (2.42)	1.33 (0.92)	3.86**
	OFC	7.31 (3.30)	1.45 (0.98)	11.91**
	IFC	12.86 (4.28)	6.53 (1.34)	9.88**
	IC	15.61 (3.56)	7.86 (1.08)	14.60**
	MIC	6.98 (2.57)	3.18 (1.42)	9.04**
	FC	20.16 (3.34)	7.98 (0.72)	24.98**
Relative Values	MFC	5.69 (3.57)	3.10 (1.58)	4.64**
	PD	1.28 (0.39)	1.33 (0.29)	-0.67
	OICr	0.12 (0.10)	0.14 (0.09)	-0.90
	OFCr	0.32 (0.13)	0.15 (0.10)	6.79**
	IFCr	0.56 (0.17)	0.71 (0.16)	-4.37**
	ICr	0.68 (0.13)	0.84 (0.10)	-6.71**
	MICr	0.31 (0.11)	0.34 (0.15)	-1.33
	FCr	0.88 (0.10)	0.86 (0.09)	0.96
	MFCr	0.25 (0.16)	0.33 (0.18)	-2.41*

*Values differ for $p < 0.05$. **Values differ for a $p < 0.005$.

- Decrease of ‘only final concepts’ (OFC) in C2: Students used Cmap made under condition C1 during the exam. They must extract part of the content (expressed in a propositional framework containing 24 concepts) to organize and synthesize nine concepts. This condition created a wish to tell, and the students made many propositions with few concepts. Therefore, OFC (building block K, Figure 4) became ‘initial/final concepts’ (IFC, building block L, Figure 4).
- Increase of ‘initial/final concepts’ (IFC) in C2: A consequence of the wish to tell many things using few concepts. The reduction of OFC produced an increase of IFC in C2; these Cmaps have concepts that are more connected to each other (prevalence of building blocks L instead of K, see Figure 4).
- Increase of ‘initial concepts’ (IC) in C2: A consequence of the increase of IFC (discussed above). IC is the sum of IFC (building block L, Figure 4) + ‘only initial concepts’ (OIC, building block J, Figure 4), which remained unchanged.
- Increase of multiple final concepts (MFC) in C2: A consequence of the integrative reconciliation caused by the synthesis exercise proposed during the exam. The OFC concept (building block K) presents only one proposition ($q = 1$) and MFC applies when multiple propositions appear ($q \geq 2$). This change implies in high concept integration, especially for Cmaps containing few hierarchical levels.

The morphological changes detected using relative values confirmed the influence of the instructions on the produced Cmaps. Based on the structures proposed by Kinchin et al. (2000), we can say, in general terms that the Cmaps produced under C1 had a spoke structure, and the Cmaps produced under C2 presented a net structure. This observed change in structure confirmed hypothesis 1a.

3.3 Influence of instructions on association of study materials

The mean for propositions involving concepts from the same study materials (SM) and different study materials (DM) are presented in Table 5. Again, the absolute values confirmed the influence of the difference on the Cmap sizes (C1: 24 concepts; C2: 9 concepts). The amount of propositions used was much higher in C1 than in C2 and the SM and DM means were statistically different for these conditions. The influence of the instruction on the produced Cmaps was confirmed again, and the number of concepts to be used was a critical parameter.

Relative values were considered to compare C1 and C2 Cmaps to eliminate the effects caused by the differences in the size between them. The t -test revealed a statistical difference between the means calculated for SMr and DMr. A predominance of propositions existed involving concepts from different study materials (DM) for both conditions (C1 and C2). However, this pattern was intensified under C2, when 76% of all propositions involved different study materials (for C1 this value was 61%). The synthesis exercise presented during the exam (C2) and the possibility to consult the Cmap prepared under C1 (containing the source of the concepts) may explain why students were able to associate concepts from different study materials to set up their propositional networks. This association of concepts from diverse sources is highly desirable in a natural science course, as it is a first step to reach a broad understanding of complex subjects that demand multiple approaches. The restrictive demand proposed in C2 fostered the representation of this association in a Cmap and allowed the

teacher to check students' knowledge because it became visible (Hay et al., 2008). The higher level of association of study material verified under C2 confirmed hypothesis 1b.

Table 5: Results for the analysis of the association of the study materials declared by the students in Cmaps obtained under C1 ($n = 49$) and C2 ($n = 49$).

		C1: Study/Preparation to the exam M (SD)	C2: Exam of Natural Science course M (SD)	t-test
Absolute values	SM	10.78 (4.33)	2.73 (1.41)	12.36*
	DM	18.47 (9.80)	9.06 (2.95)	6.44*
Relative values	SMr	0.39 (0.17)	0.24 (0.12)	5.36*
	DMr	0.61 (0.17)	0.76 (0.16)	-4.16*

*Values differ for a $p < 0.005$.

Figure 5 shows the distribution of propositions considering each study material for C1 and C2. The difference between SM and DM became clear when comparing Figures 5a and 5b. The association of study materials during the elaboration of Cmaps under C2 (exam) was higher for the first materials used in this part of the course. This fact can be explained because these materials contained more fundamental concepts about the topic, and they can be related to the students' prior knowledge easily. Moreover, students had more time to study these materials compared to other materials (the last text about climate change was presented and discussed one week before the exam). The assimilation of information from the study materials seems critical to activate them during the synthesis exercise that occurred during the exam (C2). Time is needed for assimilation to occur and materials E-F were used less often than their counterparts (Figure 5b). This hypothetical explanation appeared during the interpretation of our results and it deserves further investigation.

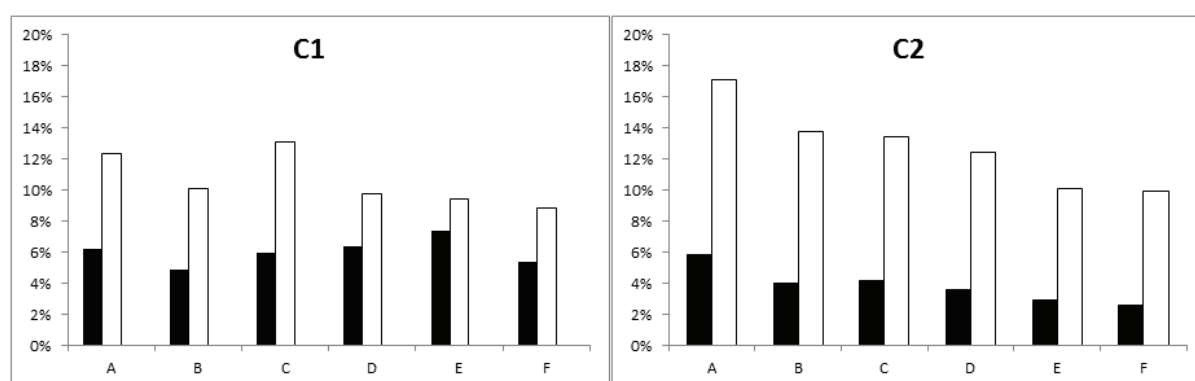


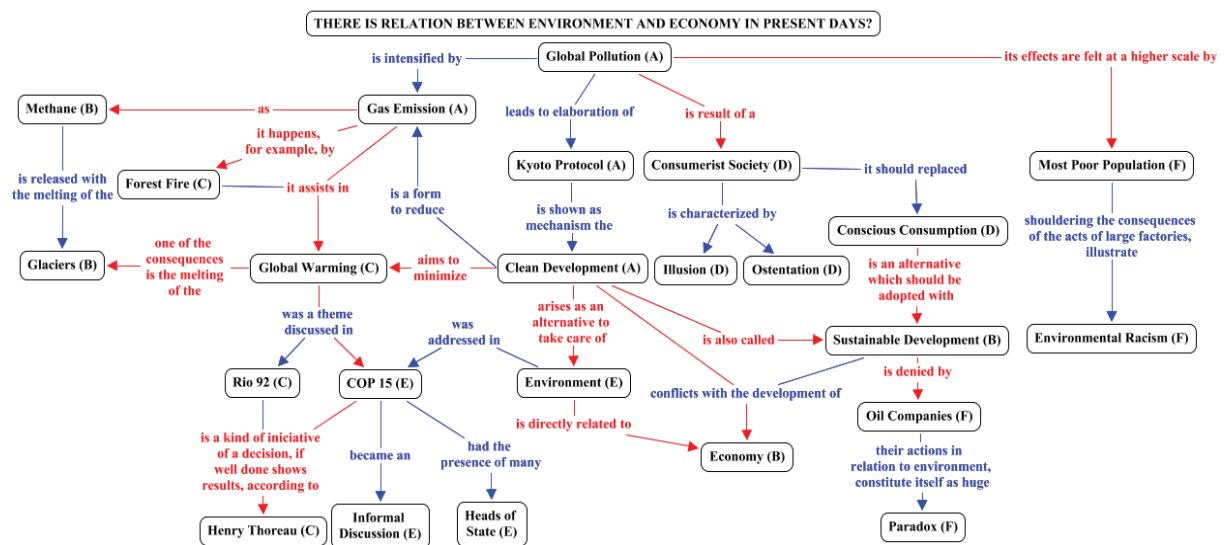
Figure 5. Distribution of propositions according to the study materials (A-F). Propositions involving concepts from the same and different study materials are represented in black and white bars, respectively.

3.4 Student Cmaps

Figure 6 presents Cmaps created by the same student under conditions C1 (Figure 6a) and C2 (Figure 6b). In Figure 6a, we can see how this student used the Cmap as study material by selecting the most inclusive concept (Global Pollution) and demonstrating a progressive differentiation that leads to more specific concepts in the low hierarchy. In this structure, it is easier to see that there is many 'only final concepts' (OFC) and few 'multiple final concepts' (MFC). Also clear is a preference to maintain grouping of concepts, thus, there are a lot of propositions involving concepts from the same material.

Figure 6b represents the Cmap elaborated by this same student under the C2 condition. In this case, the demand is more restrictive, which led the student to higher synthesis; therefore, he used some concepts from the C1-Cmap, but he selected more inclusive concepts. In this example, there is just one 'only initial concept' (OIC) and also one 'only final concept' (OFC), but the presence of many 'initial and final concepts' (IFC), 'multiple initial concepts' (MIC), and 'multiple final concepts' (MFC). The process of integrative reconciliation changed the map morphology into a net structure, where it appears that all concepts are more connected. There are more propositions that relate concepts from different instructional materials.

(a)



(b)

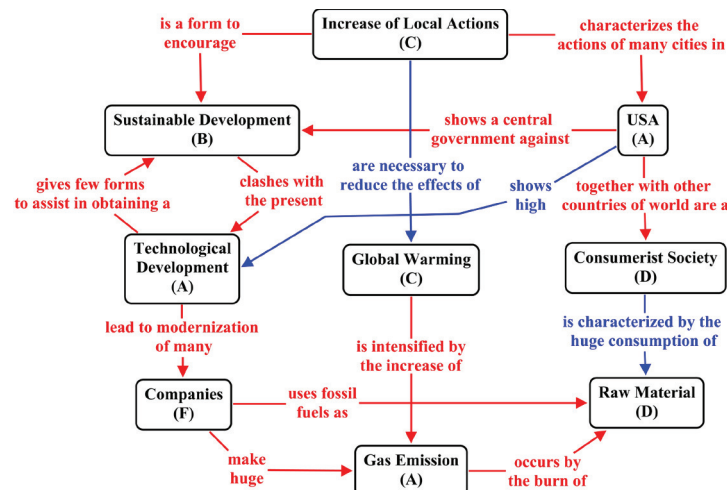


Figure 6. Cmaps elaborated by a student under conditions (a) C1 and (b) C2. The study material related to each concept in shown in parenthesis using the letters A-F (see Figure 3a). Blue and red arrows indicate propositions with concepts from the same and different study materials, respectively.

4 Acknowledgments

The authors thank CNPq (Grant # 486194-2011-6, National Council of Technological and Scientific Development) and FAPESP (Grant # 2012/22693-5, São Paulo Research Foundation) for funding our research group. A. D. V. thanks FAPESP (Grant # 2014/03367-5, São Paulo Research Foundation) for his scholarship.

References

- Aguiar, J. G., Cicuto, C. A. T., & Correia, P. R. M. (2014). How can we prepare effective concept maps? Training procedures and assessment tools to evaluate mappers proficiency. *Journal of Science Education*, 15(1), 14-19.
- Aguiar, J. G., & Correia, P. R. M. (2013). Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 141-157.
- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer.
- 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. (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., Miller, N. L., Collado, C., Rodríguez, M., Concepción, M., Santana, C. & 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.
- Cicuto, C.A.T., Mendes, B.C., & Correia, P.R.M. (2013). Nova abordagem para verificar como os alunos articulam diferentes materiais instrucionais utilizando mapas conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(3), 3402/1-3402/8.
- 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.
- Correia, P. R. M., Valle, B. X., Dazzani, M., & Infante-Malachias, M. E. (2010). The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of Cleaner Production*, 18(7), 678-685.
- Correia, P. R. M., Infante-Malachias, M. E., & Godoy, C. E. C. (2008). From theory to practice: the foundations for training students to make collaborative concept maps. In: A. J. Cañas, J. D. Novak, P. Reiska & M. K. Ahlberg (Eds.), *Concept Mapping: Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 414-421). Tallinn, Estonia. Tallinn University.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education*, 62(3), 279-301.
- Hay, D. B., Kinchin, I. M., & 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. 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), 43-57.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. 2nd Ed. NY: Routledge.
- 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 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. 369-376). Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile.

HOW GOOD IS MY CONCEPT MAP? AM I A GOOD CMAPPER?

*Alberto J. Cañas & Joseph D. Novak, Institute for Human & Machine Cognition (IHMC), USA
Priit Reiska, Tallinn University, Estonia
www.ihmc.us*

Abstract. There have been many efforts reported in the literature to score or rate the quality of concept maps. In many cases the objective was to standardize procedures for grading student concept maps, but other efforts have served a variety of purposes, including guiding workshop participants to construct better concept maps. We examine some of the criteria used by others for rating or scoring concept maps as “good” and propose a scheme that takes into account both graphical structure criteria and semantic or subject matter accuracy that we propose can lead to better, “excellent” concept maps. It has been said that presentations that are concise but capture the complexity of the content involved are elegant—and producing these kinds of concept maps should be our goal.

Keywords: concept map, good concept map, scoring, assessment, criteria, rubric, excellent concept map

1 Introduction

Concept Maps are used widely throughout the world by people of all ages to express their understanding of all knowledge domains. As a result, one finds in papers, on the Web, on CmapServers, and in all types of media, concept maps of all types and of all topics. (Although, as we discussed in Novak & Cañas (2010), we don’t run into concept maps as a popular means of expression as often as we would have liked or expected). The IHMC Public CmapServers alone store several hundred thousand Cmaps written in a diversity of languages. As one looks at this large collection of maps, one sees some that, unfortunately are not Novakian concept maps at all – the authors, for example, used CmapTools to draw some diagram for which the tool seemed useful and that bear no resemblance to a concept map. On the other extreme, one encounters some carefully designed concept maps that clearly convey their key ideas. In between, there is a whole range of maps, some good, some bad, and some really bad, as with any other media one might examine.

The large variety of Cmaps led us to ask ourselves the question, “What is a good concept map?” Actually, this question comes up often. During concept mapping workshops, participants often call on us and ask, “Is my concept map good?” While commenting on Cmaps being displayed via a projector during a workshop, we find ourselves commenting, “That is a good concept map”. And in education, where concept mapping is most used, teachers and professors are constantly confronted with the assessment of students’ concept maps, which basically consists of determining the quality of the concept map. What is, then, a good concept map? We attempt to present a perspective on good concept maps in this paper. We go further and also discuss what makes a *good Cmapper*, borrowing the term from the Cmappers community (Cañas & Novak, 2008) to refer to the ability of the person to construct good concept maps.

2 Criteria for Good Concept Maps

Back in 2000 while at IHMC we were developing a module for CmapTools which we called “Joe in a Box¹” which intended to provide automatic advice during the construction of a Cmap, Novak prepared a list of criteria for a good concept map, which would be of use for a novice user learning to build maps. The following is the list of criteria relevant to the quality of the map:

- a) A context for the concept map should be defined, commonly with a stated explicit “focus question”.
- b) Concept labels in maps should be only one or a few words labeling a specific concept.
- c) Linking lines should be labeled with one or few words, and not contain concept labels important to the map’s conceptual content. They specify the proposition or principle formed by the concepts and linking words.
- d) Cmaps should have hierarchical organization, with the most general, most inclusive concepts at the top, and progressive more specific, less inclusive concepts at lower levels.
- e) In general, no more than three or four sub-concepts should be linked below any given concept.

¹ This module was never included in the public versions of CmapTools. The ideas evolved into the research presented by Brenes & Valerio (2006).

- f) Crosslinks should specify significant interrelationships between two concepts in different sub-domains of knowledge shown in the map. These are best added when the map is nearing completion.
- g) Concept labels should not appear more than once in a given map.

With time we found these were necessary but not sufficient criteria for a concept map to be considered “good”. That is, concept maps could satisfy the above conditions and still be terrible maps. But it shows that there are two aspects to a map that need to be considered: its structure and its content. For example, having no more than three or four sub-concepts linked below a given concept is a structural condition. Having the more general concepts at top and the more specific concepts further down is a condition on the content of the map. Good concept maps must therefore have good graphical structure and good content. But this is not enough: we must look at the overall quality of the concept map.

3 Concept Map: Graphical Structure and Content

A concept map consists of a graphical representation of a set of concepts, usually enclosed in circles or boxes of some type, and relationships between concepts indicated by a connecting line linking two concepts. Words on the line, referred to as linking words or linking phrases, specify the relationship between the two concepts. The two concepts with the linking phrases that join them form propositions. Propositions are statements about some object or event in the universe, either naturally occurring or constructed. Propositions contain two or more concepts connected using linking words or phrases to form a meaningful statement. Sometimes these are called semantic units, or units of meaning (Novak & Cañas, 2008). Concept maps therefore consist of “graphical structure” and “content”.

When examining a concept map to determine how good it is, we need to look at both the content and the structure. Figure 1, where the x-axis determines the quality of the content of the map, and the y-axis the quality of the structure of the map, shows that a good concept map should have both good content and good structure (in this paper we’ll use the term “structure” to refer to the graphical structure of the concept map).

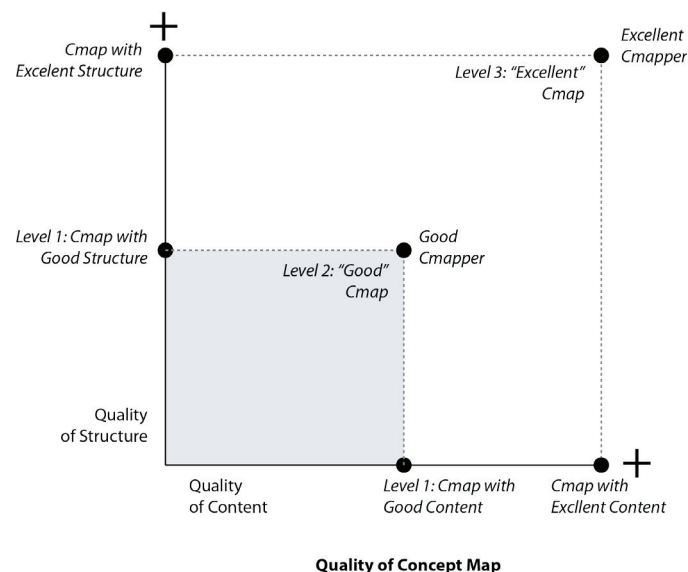


Figure 1. A good concept map should have a good graphical structure and good content.

The formal evaluation of the quality of concept maps takes place primarily with the purpose of assessing students’ maps. When evaluating these maps, teachers and professors are basically determining “how good is the concept map”. This usually requires establishing predefined criteria or rubrics by which all students’ maps are measured. We use these rubrics as examples of gauges used by the community for defining good concept maps. Of course the quality of concept maps is also relevant in other contexts, e.g. for expressing an expert’s knowledge during knowledge elicitation, or of concept maps prepared for communications purposes, but because of the nature of the work, the evaluation of the quality of maps in other applications is not done in a formal way as in education. However, the difference in contexts, domains, and purposes lead to the question, “Good concept map for what?” We deal with this question at the end of the paper.

3.1 Concept Map's Graphical Structure

We've stated that a good concept map must have a good graphical structure. The graphical nature of concept maps provides the possibility of an objective *evaluation* of the concept map through a topological or structural analysis of the map. There are structural characteristics of a concept map that are generally accepted as indications of a good map. The first is based on the hierarchical structure of knowledge in a particular domain, which usually leads to a hierarchical structure in concept maps, with more general concepts at the top and more specific concepts at the bottom. A well-organized cognitive structure (which is necessary for meaningful learning) usually leads to graphically well-organized concept maps. We do need to clarify that the hierarchical structure may lead to other representations, such as a cyclic concept map (Safayeni, Derbentseva, & Cañas, 2005). That is, a conceptual hierarchy of concepts does not necessarily lead to a hierarchical structure of the map. Another important characteristic of concept maps is the inclusion of *cross-links*. These are relationships or links between concepts in different segments or domains of the concept map. Cross-links help us see how a concept in one domain of knowledge represented on the map is related to a concept in another domain shown on the map. In the creation of new knowledge, cross-links often represent creative leaps on the part of the knowledge producer. These two features of concept maps are important in the facilitation of creative thinking: the hierarchical structure that is represented in a good map and the ability to search for and characterize new cross-links.

Given the importance of a "hierarchically well organized map" and the presence of cross-links, we fall into the trap of believing that the structural components provide a valid complete assessment of the concept map. By counting structural characteristics such as the number of hierarchical levels, the number of crosslinks, plus other structural elements such as the number of propositions, etc., many rubrics have been developed that *assess* a concept map based on its structure, often as part of a more comprehensive rubric. Strautmane (2012) provides a comprehensive list of structural measures reported in the literature. These include: number of concepts, number of propositions, number of levels of hierarchy, concepts per level, frequency of branching, number of crosslinks, number of strands, number of examples, diameter of a graph, maximum degree of concept, spanning tree of the map, number of hierarchical segments, ruggedness (unconnected parts), spatial distance, graph connectivity, correspondence to structural patterns, and hierarchiness. The graphical nature of the structure lends itself to additional measures, and a sequence of levels of complexity of structure has been proposed in a topological taxonomy (Cañas et al., 2006). Overall, these rubrics aim at providing a 'score' for a concept map. A high score would imply a "good" concept map.

3.2 Concept Map's Content

As we mentioned earlier, a concept map consists of structure and content. The content of the map is expressed through its concepts, its linking phrases, and the propositions they form. Not surprisingly, the list of criteria used to assess content reported by Strautmane (*ibid*) is based on these three elements: quality of the concepts, completeness of the concepts used, quality of the concept labels, completeness of relationships, proposition correctness, proposition quality (correctness, validity), proposition's depth of explanation, correct propositions that are not present in the expert's concept map, proposition similarity to expert's concept map, proposition correspondence to a category of relations, proposition relevance, correct placement of concepts and relations, convergence with expert's concept map, richness of relationships. Many of these criteria assume there is an expert's concept map (most likely the instructor's map) with which the student's map is compared. As with the structural criteria, these rubrics aim at scoring the concept map.

It's worth noting that all of these criteria measure the quality of the concept map either at the concept or proposition level, that is, the assessment is of each concept and/or proposition. None of them look at the overall quality of the content of the map.

3.3 How Good is My Concept Map?

The criteria presented above for assessing the quality of structure and content of a concept map would suggest that a concept map that satisfies these criteria could be a "good" concept map. In Table 1 we present a classification of the quality of concept maps based on the structural and content quality. A concept map that has good structural quality but poor content quality, or poor structural quality and good content quality is anyway considered a Poor, Level 1 concept map. A concept map with good structural quality and good content quality is classified as a Good, Level 2 map. We present some examples.

Table 1. Classification of concept maps depending on the quality of the structure, content, and the quality of the concept map.

Quality Level		Structural Quality	Content Quality	Concept Map Quality
1	Poor	<input type="checkbox"/> ✓		
		✓	✓	
2	Good	✓	✓	
3	Excellent	✓	✓	✓

Figure 2 shows a concept map prepared by a high school student that, according to the structural criteria presented above, would most likely be classified as a “good” concept map by most rubrics. Its structure is probably not what most Cmappers are used to considering as a “good” concept map², but the criteria don’t consider the overall structure. However, the content of this concept map is considered “poor”, in particular when considering the quality of its propositions. In Table 1 we present a classification of the quality of concept maps based on the structural and content quality. A concept map with a “good” structure but “poor” content, as that in Figure 2, is considered a Level 1, “Poor” concept map.

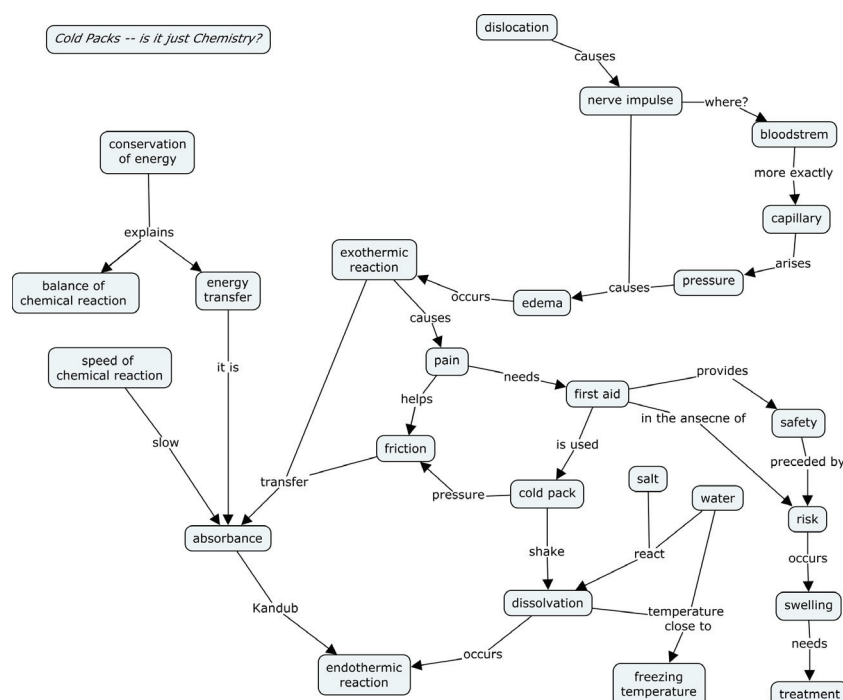


Figure 2. A Level 1, Poor concept map with “good” structure according to rubrics, but poor content. Translated from Estonian from the study reported by Soika and Reiska (2013, 2014).

Figure 3 presents a concept map with a low score for its structure (e.g. no crosslinks) but good propositions, generating a good content score. It would also be classified as a Level 1, “Poor” concept map.

Its important to note that depending on the purpose for which the map was constructed, one axis may be more relevant than the other. For example, instructors assessing students’ understanding of topic of study will be generally more interested in the student showing good understanding of the content, and therefore would push the students to the right on the x-axis, encouraging to build better propositions. A concept map being used for communicating an idea would equally need to be of high quality structurally.

Figure 4 presents a concept map prepared by elementary school children in Panama’s Proyecto Conéctate al Conocimiento (Tarté, 2006) while playing a game of memory to learn how to construct propositions (Giovani et al., 2008). The map was prepared piecewise, proposition-by-proposition. Because of the nature of the game, all propositions are valid and relevant, and therefore the quality of content is high. The resulting network structure will satisfy most of the structural criteria presented earlier. Therefore according to our classification this is a

² Interestingly, concept mappers tend to ‘agree’ on what a ‘well structured concept map’ is, to the point that experts tend to agree whether a concept map is “good” by just looking at its structure without considering its content (Carvajal, Cañas, Carballeda, & Hurtado, 2006).

```

graph TD
    pH[pH] -- decreases --> bloodstream[bloodstream]
    bloodstream -- is insured --> nerve_impulse[nerve impulse]
    bloodstream -- is insured --> lymphatic[lyphatic]
    bloodstream -- occurs --> swelling[swelling]
    pressure[pressure] -- occurs --> swelling
    swelling -- is result of --> edema[edema]
    swelling -- is result of --> dislocation[dislocation]
    edema -- is result of --> dislocation
    edema -- risk --> dislocation
    first_aid[first aid] --> treatment[treatment]
    first_aid --> safety[safety]
    first_aid --> ethics[ethics]
    safety -- prevents --> dislocation
    ethics -- must behave modestly --> ethics
    treatment -- is needed --> dislocation
    dislocation -- causes --> pain[pain]
    dislocation -- causes --> swelling
    water[water] -- consists of --> salt[salt]
    dissolution[dissolution] -- when salt and water meet --> salt
    salt --> cold_pack[cold pack]
    cold_pack -- releases --> pain
    cold_pack -- releases --> melting[melting]
    melting -- if the temperature is not high enough, then takes place --> cold_pack
    melting -- needed for freezing --> cold_pack
    capillary[capillary] --> freezing_temperature[freezing temperature]
    freezing_temperature --> cold_pack
    
```

[illegible]

The two maps in Figure 5 come from a study reported by Pearsall, Skipper, and Mintzes (1997) and shows two maps drawn by the same college biology student at the beginning of the semester and at the end of the semester. Given the assessment criteria above, the first map would probably be scored as a Level 1, while the second map would most likely be scored as Level 2, showing an increased understanding on the part of the student. But let's look at the maps in more detail. The first map is very simple, but it shows very clearly that this student has confusion about prokaryotes and eukaryotes, for the reverse is true. It is common for students who learn primarily by memorization, as do most high school students, to get the meanings for concepts confused, as clearly shown in this map. So even though it is a simple map, it carries a clear message. An additional problem shown is that cell walls are a characteristic of plant cells, rather than prokaryotic or eukaryotic cells. Concept map two shows that this student has learned much about cells, but we see on the left side that she is still confused about the differences between prokaryotes and eukaryotes and differences between plant and animal cells. Thus we see that a map that superficially looks impressive really contains a number of misconceptions and incomplete conceptions. While this map might score as a Level 2, Good map according to the rubrics, it is far from the kind of map we would describe as elegant or comprehensive. Moreover, the map lacks clear definition of several major concepts, nor does it show any crosslinks integrating key ideas in different parts of the map. While this second map looks impressive superficially, it is lacking in important ways from being a truly good concept map.

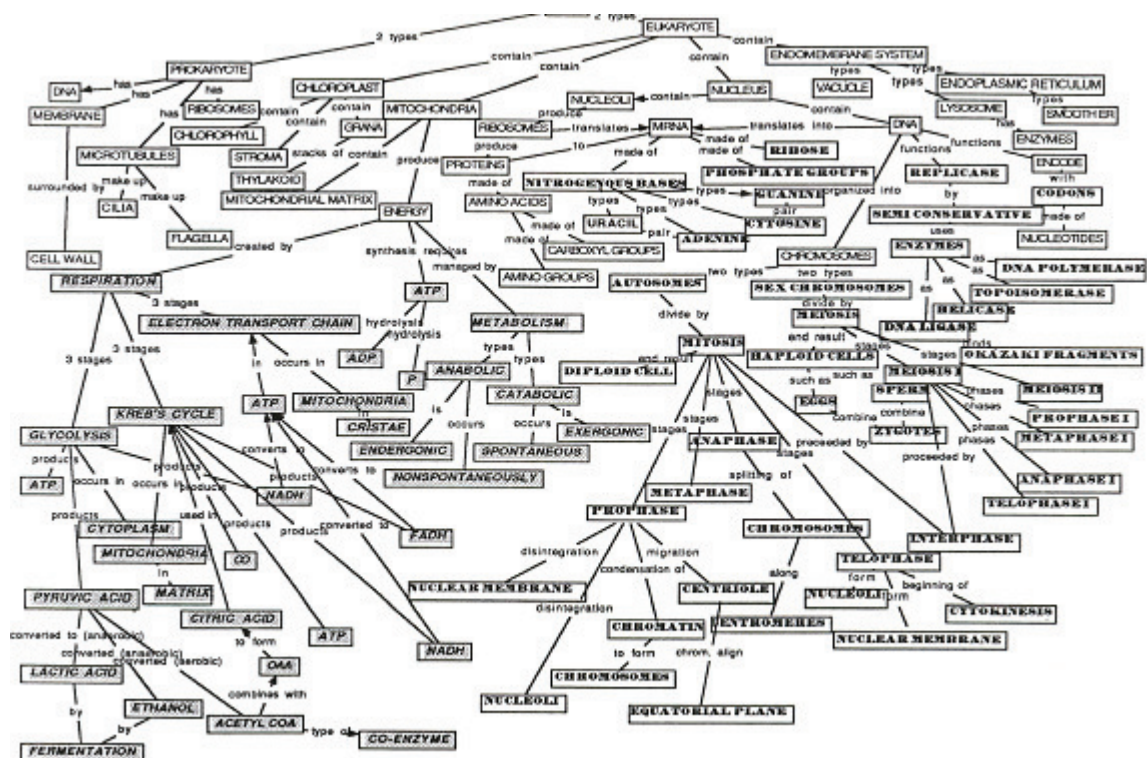
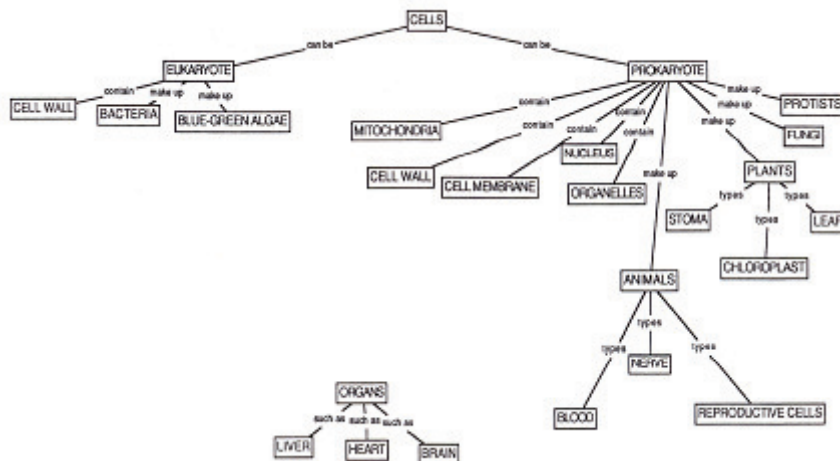


Figure 5. Concept maps from a study reported by Pearsall et al. (1997) that shows two maps drawn by the same college biology student at the beginning of the semester and at the end of the semester.

As can be seen by these examples, the criteria used for evaluating concept maps as reported in the literature, and are commonly used based on our experience, do not distinguish between what are considered “good” concept maps and what we will refer to as an *excellent* concept map.

4 Quality of Concept Map

Anyone can write lines of verse, but that doesn’t make a poem. Likewise, it’s not difficult to construct a concept map that has correct and relevant propositions and a good graphical structure that may qualify as a “good” map according to the content and structure criteria. But that does not make it an *excellent* concept map. As Table 1 shows, an “excellent” concept map also has high “quality of the concept map”.

Every concept map should respond to a *focus question* that provides the reference or context for the map. The main question that we ask ourselves when assessing a concept map is, “Does it respond the focus question?” A good map will respond to the focus question. An “excellent” concept map not only responds to the question, it explains the response in a *clear* fashion.

An “excellent concept” map is *concise*. All concepts and propositions should be relevant to the topic of the concept map, should not include “unnecessary” concepts, propositions or crosslinks, but should not be missing any key, relevant concepts, propositions or crosslinks. Geoff Briggs, when describing the construction of the concept maps presented in Briggs et al. (2004), commented that his problem wasn’t not finding which concepts to link, but determining which propositions provided a clear explanation, and only those that contributed to the explanation. Beginners tend to make complex concept maps that include a large number of concepts, propositions and linking phrases that are completely irrelevant to the focus question. In fact, they often construct a “good” concept map that does not respond to the question. Structural and content criteria tend to reward maximizing each criterion (i.e. a large number of relevant propositions), while an “excellent” map has an optimal number. More complex concept maps do not necessarily provide greater insight into a learners thinking, as shown in Figure 5. Measures are often taken independently, e.g. proposition quality is assessed for each proposition without considering the coherence with other propositions. Note the importance of evaluating the relevance of each proposition to the topic of the map. There are rubrics in the literature that evaluate whether the proposition is ‘true’ or ‘false’, independent of the relevance to the topic of the concept map (Reiska, 2005).

An “excellent” concept map has *high clarity*, a *clear message*, and *communicates key ideas*. Figures 6 and 7 clearly show these qualities. Both concept maps are also *well balanced*, *well structured* and *demonstrate understanding*. “Excellent” maps are *explanatory*, not descriptive (Cañas & Novak, 2006). Users should be asking themselves, not whether they are “good” Cmappers, but whether they are “excellent” Cmappers. An “excellent” Cmapper is one who has achieved the level of maturity, dexterity, experience and understanding of concept maps to construct “excellent” concept maps.

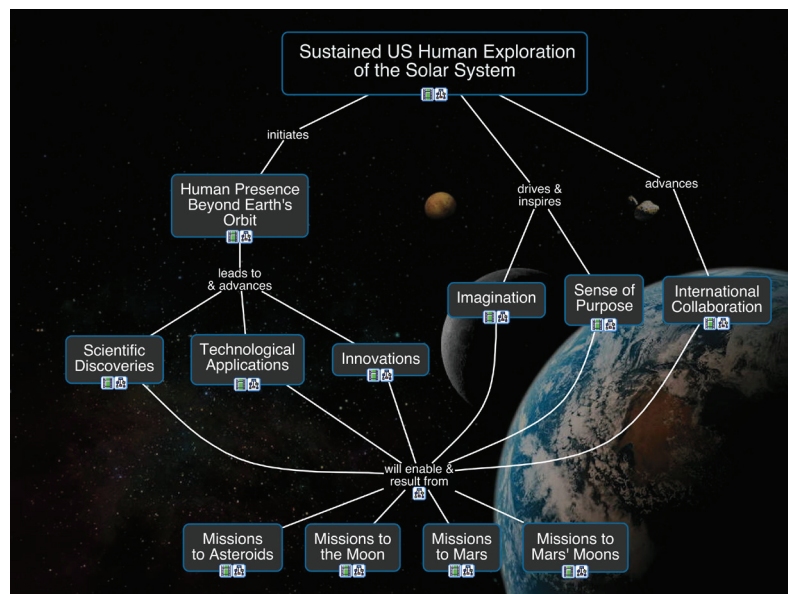


Figure 6. Concept map on the rationale for Human Space Exploration (Cañas, Carff & Marcon 2012), answers the focus question “Why does the U.S. have a human space exploration program?”

5 Conclusion and Discussion

Assessing the quality of a concept map is a complex issue. Even if we are able to assess very many different single criteria (measures), we are not able to determine whether a concept map is “excellent”. We have automated tools to assess whether a concept map is good or not (Level 1 or 2), e.g. CmapAnalysis (Cañas, Bunch, Novak & Reiska, 2013), but we are still discussing how to define in quantitative manner an “excellent” concept map (Level 3). Educators need to be aware that rubrics, whether automatic or manual, tend to determine whether a concept map is “good” (Level 1 or 2), but not whether it is “excellent”.

An “excellent” concept map is like a good poem, we know when we have read one, but we can’t quantify the reason. Professional Cmappers can recognize them, but it’s hard to teach how to construct them.

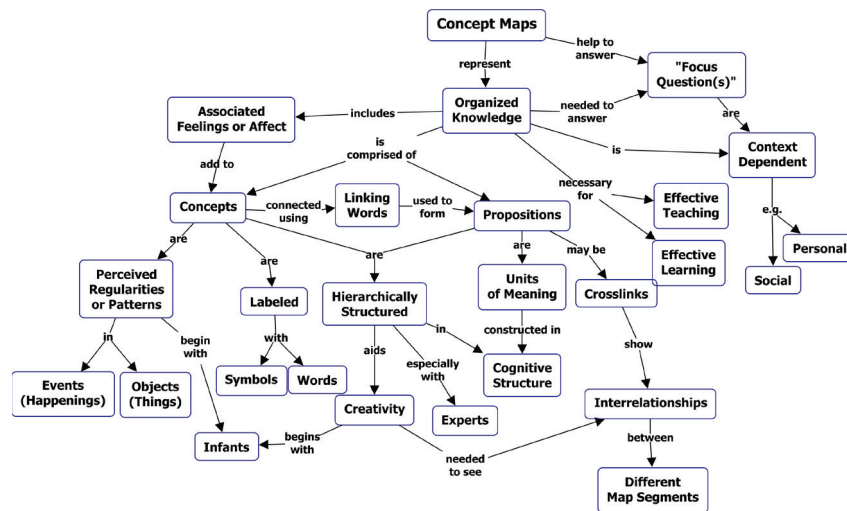


Figure 7. Concept map about concept maps (Novak & Cañas, 2008), answers the focus question “What is a concept map?”

References

- Brenes, Sofía, & Valerio, Alejandro. (2006). Case Based Concept Map Topology Counselor. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Second Int. Conf. on Concept Mapping* (Vol. 2). San José, Costa Rica: University of Costa Rica.
- Briggs, G., Shamma, D. A., Cañas, A. J., Carff, R., Scargle, J., & Novak, J. D. (2004). Concept Maps Applied to Mars Exploration Public Outreach. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. I, pp. 109-116). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- 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., Carff, R., & Marcon, M. (2012). Knowledge Model Viewers for the iPad and the Web. In A. J. Cañas, J. D. Novak & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology - Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping*. Malta: University of Malta.
- 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., 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.
- Cañas, Alberto J., & Novak, Joseph D. (2008). Next Step: Consolidating the Cmappers Community. In A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak (Eds.), *Concept Mapping: Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Carvajal, Rodrigo, Cañas, Alberto J., Carballeda, María, & Hurtado, José. (2006). Assessing Concept Maps: First Impressions Count. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps; Theory, Methodology, Technology. Proceeding of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 28-31). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Giovani, R. M., Carballeda, M., Miller, N., Lezcano, Gerardo, Ramos, Carmen, & Chang, Adrián. (2008). The Conceptual Deck. In A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 618-625). Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.

- 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.
- Pearsall, N.R., Skipper, J., & Mintzes, J. (1997). Knowledge restructuring in the life sciences: a longitudinal study of conceptual change in biology. *Science Education*, 81(2), 193-215.
- Reiska, Priit. (2005). Experimente and Computersimulationen. Empirische Untersuchung zum Handeln im Experiment und am Computer unter dem Einfluss von physikalischem Wissen. Frankfurt a. M.: Peter Lang.
- 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.
- Soika, K., & Reiska, P. (2013). Large Scale Studies with Concept Mapping. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 1, 142 - 153.
- Soika, K., & Reiska, P. (2014). Assessing Students' Cognitive Skills with Concept Mapping. Paper presented at the INTED2014.
- 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.
- Tarté, Gaspar. (2006). Conéctate al Conocimiento: Una Estrategia Nacional de Panamá basada en 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. 144-152). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

HOW TO TEACH THE CONCEPT OF PROPOSITIONS? A WORKED-EXAMPLE APPROACH TO HIGHLIGHT THE NEED OF PROPOSITIONAL SEMANTIC MEANING IN CONCEPT MAPS

*Rafael Leonardo Rocha, Aline Orvalho Pereira, Joana Guilaes de Aguiar & Paulo Rogério Miranda Correia,
Universidade de São Paulo, Brazil*

Email: rafael.leonardo.rocha@usp.br, www.mapasconceituais.com.br

Abstract. Concept map (Cmap) elaboration is a cognitively demanding task. It involves dealing with the topic to be mapped and the challenge of expressing knowledge through high-clarity semantic propositions. The combination of these tasks can be overwhelming and impair the Cmap construction, producing poor propositions and limited associations among concepts (both cases lead to imprecise understanding about the conceptual relationship). Worked examples (WE) are useful for optimizing the limited cognitive resources available in working memory (WM). They can avoid cognitive overload, making explicit the expert rationale about the topic under study. This reduces the extraneous cognitive load and makes available cognitive resources to be allocated to schema acquisition and automation (germane load). The aim of this paper is to develop and test a WE about propositions during the training session on concept mapping with graduate students. Twenty-six participants were randomly assigned to the control group (CG, no access to WE, $n = 12$) or experimental group (EG, access to WE, $n = 14$). A pairwise comparison was conducted for the performance in near (questionnaires) and far transfer tests (Cmap elaboration). The main results indicated that near transfer showed no effect of studying with WE while far transfer study with WE somewhat enhanced the conceptual understanding about proposition. The EG used verbs more frequently in linking phrases to express conceptual relationships than the CG. The Cmaps made by the EG presented propositions with more semantic clarity, suggesting a positive effect of using WE.

Keywords. Concept mapping, cognitive load theory, proficiency, proposition, worked example.

1 The challenge of making propositions with semantic meaning

Concept maps (Cmaps) are powerful graphic organizers that represent knowledge and promote meaningful learning (Ausubel, 2000; Correia, 2012; Novak, 2010). Despite the potential of Cmaps (see, e.g., Nesbit & Adesope, 2006; Novak, 1990), there are main difficulties in their classroom implementation (Kinchin, 2001). Solving proficiency issues depends on achieving benchmarks that characterize good Cmaps, such as propositions as Cmap building blocks (Aguiar et al., 2014; Aguiar & Correia, 2013; Cañas et al., 2014; Cañas & Novak, 2006). During the Cmap elaboration, the learner must deal with the content's complexity (topic to be mapped) and the process to make propositions with semantic meaning. The combination of these processes can be overwhelming and lead to the elaboration of concept association (mind-mapping approach) rather than the formulation of propositional statements that reveal the conceptual relationships. The result is a Cmap with propositions without semantic clarity or linking phrases (Correia et al., 2014).

According to Cognitive Load Theory (CLT), we need to optimize information processing in working memory (WM) to avoid cognitive overload and foster learning processes (Sweller et al., 2011). Worked examples (WE) are one of the instructional guidelines offered by CLT to improve instructional design and avoid cognitive overload.

1.1 Cognitive Load Theory and Worked Examples

CLT proposes that all information is processed by the limited resources available in the WM and stored in the unlimited long-term memory (LTM). The learning process involves the acquisition of schemas through the combination of new knowledge and the information already organized in LTM. CLT assumes that WM suffers from the interference of three types of cognitive loads (Sweller et al., 2011):

- Intrinsic load, which depends on the complexity of the content to be learned.
- Extraneous load, which depends on the instructional methods and materials that will be used during the learning tasks.
- Germane load, which is related to the WM resources allotted to acquire and automate schemas.

Intrinsic and extraneous loads are additives, and the cognitive overload happens when their sum extrapolates the resources available in WM. Learning is impaired under this overload condition because there is no cognitive resource at WM available to acquire and automate schemas.

Well-designed instruction considers the limited resources of WM and keeps the extraneous cognitive load as low as possible. The ultimate goal of instructional design minimizes the extraneous cognitive load to make WM resources available for dealing with intrinsic and germane cognitive loads to acquire and automate schemas (Sweller et al., 2011). WE are useful for clarifying the expert rationale to address problem solutions. The schemas are organized and accessible to students, thereby reducing the extraneous cognitive load (Atkinson et al., 2000). WE can be product- (focus on the final result) or process-oriented (focus on the intermediate steps to reach the final result), depending on the features they present. In both cases, WE scaffold the learning process because students have access to the expert rationale during the task solution (van Gog et al., 2006).

The aim of this paper is to develop and test a process-oriented WE about propositions with semantic meaning and clarity to be used in a training session on concept mapping. It was hypothesized that students who have access to the WE (experimental group) will have a better understanding of the role of linking phrases to express meaning through propositional structures. The level of understanding about propositions for both groups will be evaluated through near and far transfer tests.

2 Methods

2.1 Participants and Materials

Twenty-six graduate students from the University of São Paulo's EDM5103 Collaborative Learning and Concept Mapping: Fundamentals, challenges and perspectives course participated in this study (first semester 2014). Participants were randomly assigned to the control group (CG, did not study WE, $n = 12$) or experimental group (EG, studied WE, $n = 14$).

2.1.1 Worked Example

Figure 1 shows the WE about propositions studied by the participants assigned to the EG. The WE was divided into four topics. The first topic offered a proposition generic structure (and an example), explaining that propositions must have a verb in the link and are made by two concepts (e.g., nouns, adjectives, expressions). The second topic dealt with the importance of the verb in the linking phrase and the semantic clarity. Five examples were presented and explained. The third expressed the idea that small changes in the linking phrase can cause huge differences in the propositional meaning. Four examples showed changes included not only an inversion between concepts, but also negative words. The last topic dealt with how to evaluate propositions. Two questions must be asked to ensure the propositional quality: one about the semantic clarity and the other about conceptual correctness.

2.1.2 Near and far transfer tests

Transfer is the application of a schema to a problem that more or less deviates from problems encountered during the learning phase (Paas, 1992). In this study, the near transfer test (relatively simple and closely resembling the problems associated with learning phase with WE) consisted of a 13-statement questionnaire using a 4-point Likert scale, ranging from completely disagree to completely agree. The far transfer test (more complex and considerably different from the training problems) consisted of a Cmap elaboration of the text discussed in class.

2.2 Procedure

The data collection process in the classroom was organized in six steps (Figure 2): 1. Students discussed a text previously provided by the teacher (Kinchin et al., 2008). 2. Students were randomly assigned to the CG or EG. 3. The EG received WE to study for 10 minutes (the CG waited outside the classroom). 4. Both groups completed the near transfer test. 5. Both groups completed the far transfer test. 6. The teacher presented some final comments about the WE to both groups. All the students consented to participate in the research and declared their perceived mental effort during the tasks using a 7-point Likert scale (Paas, 1992).

2.3 Data analysis

A student *t*-test was used to compare the questionnaire answers and declared mental efforts of EG and CG. The far transfer test generated Cmaps ($n = 26$). All propositions were independently categorized by the authors of this research according to their semantic clarity (Table 1), without considering the conceptual validity. All statistical analyses were made using SPSS (v. 22.0, IBM, USA).

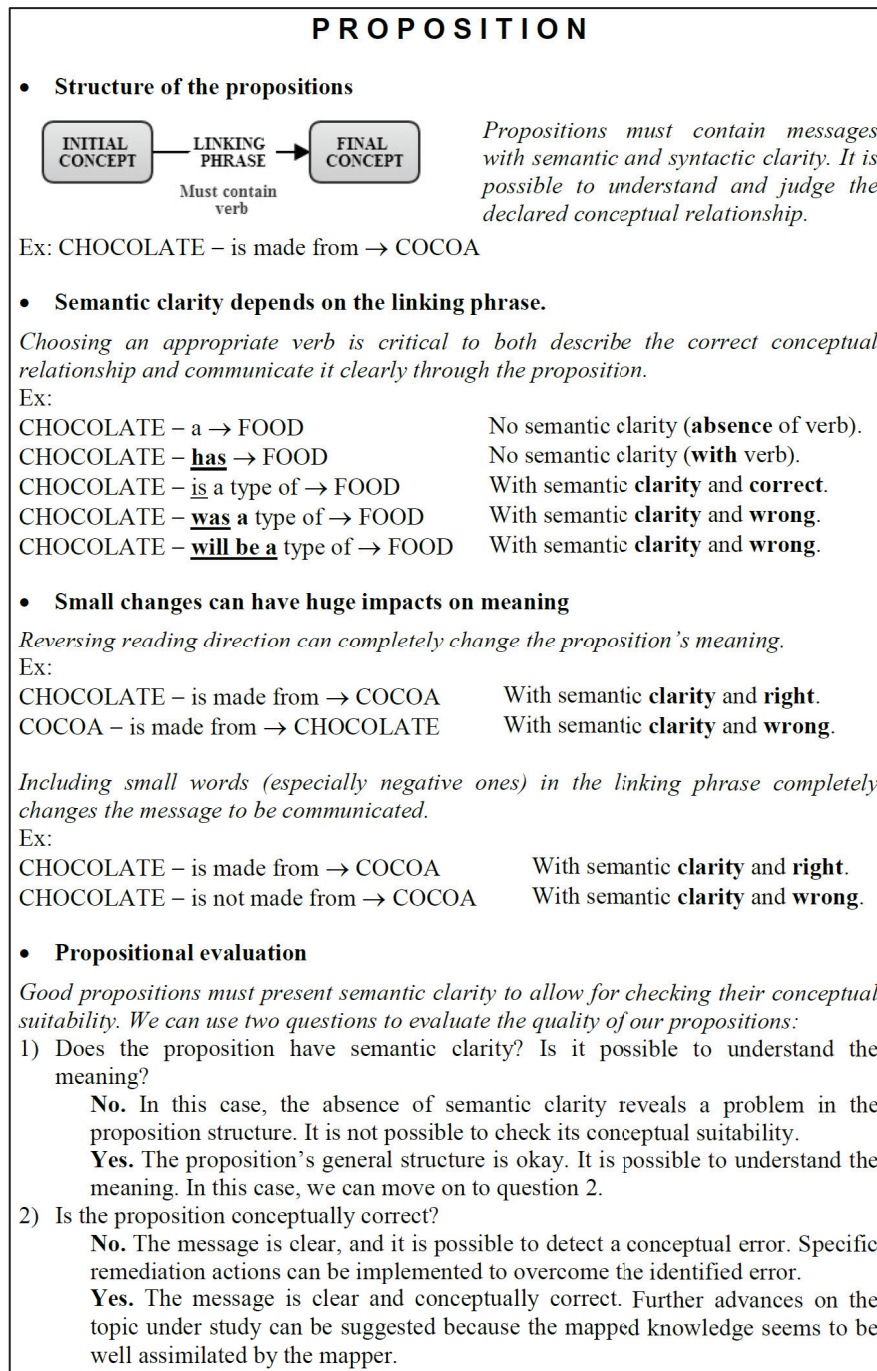


Figure 1. Process-oriented WE about propositions. Each topic (in bold) was followed by an explanation and example (in italics).

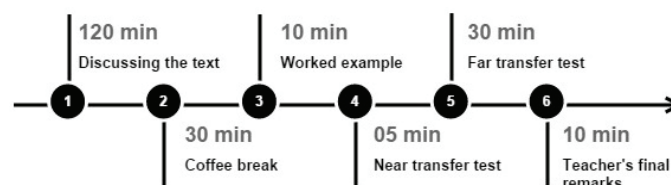


Figure 2. Steps for data collection in the classroom.

Table 1: Categories of propositional semantic analysis for the Cmaps produced during the far transfer test.

Categories	Description	Example
L1	Limited by missing the linking phrase	<i>University → knowledge</i>
L2	Limited by the absence of a verb	<i>University – and → knowledge</i>
L3	Limited by problems in verb conjugation	<i>University – increasing → knowledge</i>
L4	Limited by the absence of an arrow	<i>University – increases – knowledge</i>
NL	Non-limited (i.e., it is semantically clear)	<i>University – increases → knowledge</i>

3 Results

The results for the near transfer test showed no difference between the EG ($M = 8.25$, $SD = 1.12$) and CG ($M = 7.46$, $SD = 1.20$). Both groups perceived the same mental effort during this task (EG: $M = 4.75$, $SD = 1.29$; CG: $M = 5.00$, $SD = .61$).

The results for the far transfer test are presented in Figure 3. Although the EG made 70% non-limited (NL) propositions, the CG made 63%. The L1 (missing linking phrase) and L4 (absence of arrow) categories had the lower percentages, and their sum did not exceed 6% and 8% for EG and CG, respectively. The main difference between the CG and EG was the lack of a verb in the linking phrase to make clear propositions (L2 category): 17% of CG propositions did not have a verb whereas only 1% of EG propositions fit this situation. The EG presented higher problems with verb conjugation (L3 category) than the CG. The EG used verbs more frequently to make linking phrases (NL+L3 = 93%) than the CG (NL+L3 = 76%).

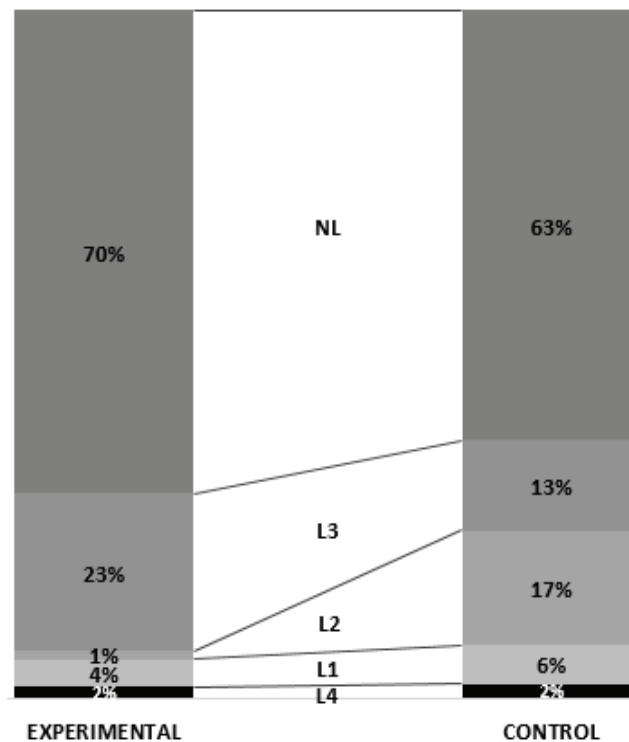


Figure 3. Comparison between the frequencies of categories of propositional analysis for each experimental condition.

4 Discussion

A pairwise comparison shows that the near test results were statistically equal - that is, neither performance nor mental effort for this task was affected by studying the WE about propositions. The 120-minute teacher's discussion about the selected reading (Kinchin et al., 2008) might scaffold the schema acquisition about the propositions to all students (in the CG and EG). Considering this specific condition (discussion about Cmaps before using the WE), the similar results for the CG and EG can be explained because the WE effect did not make a pronounced difference. A future study should be conducted in which the WE is presented before the text discussion about Cmaps to eliminate its potential interfering effect.

The results for far transfer test indicated that the EG was better than the CG when we consider the use of verbs to make clear propositions. The relationship involving semantic clarity and syntactic structure with verbs was clearer to the EG than to the CG due to the rationale offered in the WE. Figures 4a and 4b present Cmaps made by the CG and EG students, respectively. The comparison of these Cmaps draws our attention exactly because the L1 and L2 error types (only present in Figure 4a) do not open the possibility to evaluate problems with semantic clarity, which represents a poor propositional quality. Proposition #2 *Student – ??? → Higher education* (Figure 4a) is one example of statements that were classified as a L1-type proposition (as we found in a mental map) due to the lack of any linking phrase. When the learner stated a linking phrase, sometimes it was not possible to draw inferences about the conceptual relationship, like proposition #10 *New knowledge – acquisition → student*. Maybe the learners wanted to state that ‘new knowledge was acquired by students,’ but we will never be exactly sure about their real intention/meaning with this proposition and, consequently, about their knowledge.

On the other hand, if the student pointed out verbs in all his/her propositions (the case of the EG), error type L3 should be higher but has more quality in the semantic message. For example, in proposition #13–14 *Learn – to get feedback → Professor*, despite presenting a verb (NL), the message was not totally correct. The correctness evaluation was only possible because the student declared the relationship between ‘learn’ and ‘professor.’ In this case, the teacher could infer that this student understood ‘learn’ as a person who can do the action to get feedback from the ‘professor;’ actually, the person who does this action is the ‘student’ in the learning process. Demanding increasingly higher levels of proficiency in conceptual mapping should seek for propositions that convey meanings (i.e., more like the propositions of the EG than the CG). It is worth mentioning that the application of WE to teach about focus questions under similar conditions was also investigated by our research group (Pereira et al., 2014).

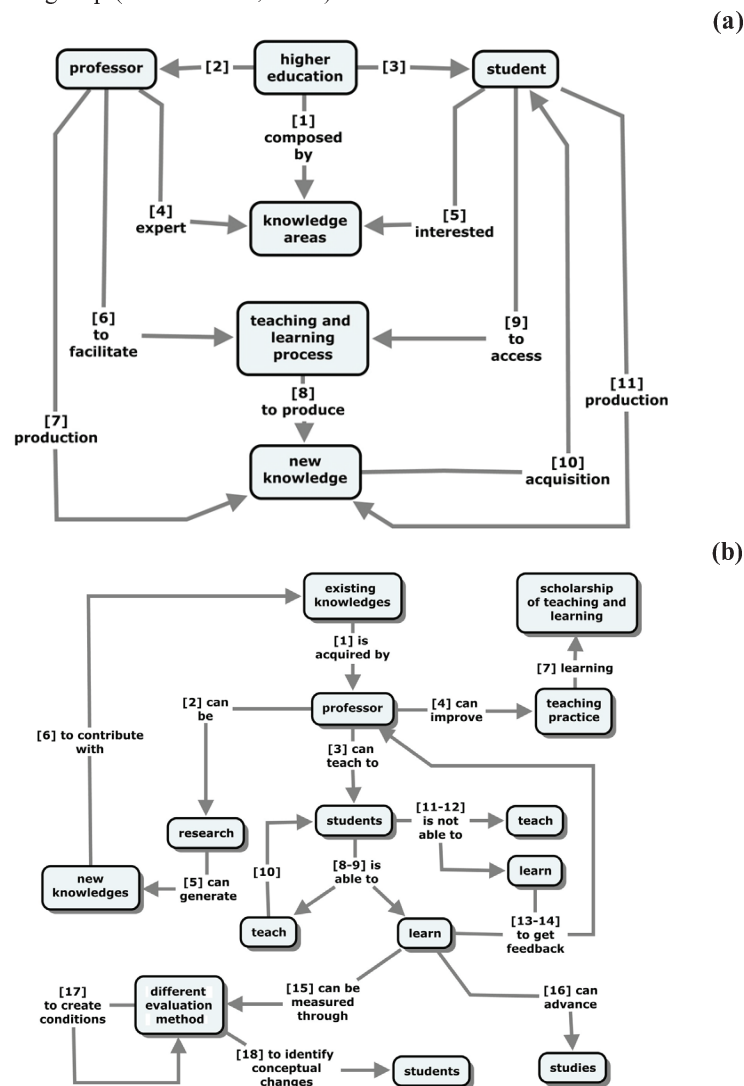


Figure 4. Cmaps made by students during the far transfer test: (a) CG (b) EG.

5 Acknowledgments

The authors thank CNPq (Grant # 486194-2011-6, National Counsel of Technological and Scientific Development) and FAPESP (Grant # 2012/22693-5, São Paulo Research Foundation) for funding our research group. R. L. R. thanks CNPq (# 149754/2013-2) for his scholarship. A. O. P. thanks NP-NAP (Research Center on New Pedagogical Architectures) for her scholarship. J. G. A. thanks CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for her scholarship.

References

- Aguiar, J. G., Cicuto, C. A. T., & Correia, P. R. M. (2014). How can we prepare effective concept maps? Training procedures and assessment tools to evaluate mappers proficiency. *Journal of Science Education*, 15(1), 14-19.
- Aguiar, J. G., & Correia, P. R. M. (2013). Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 141-157.
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: instructional principles from the Worked Examples research. *Review of Educational Research*, 70(2), 181-214.
- Ausubel, D. P. (2000) *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- 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., Reiska, P. & Novak, J. D. (2014) How Good is My Concept Map? Am I a good Cmapper? In: P. R. M. Correia, M. E. Infante-Malachias, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 268-276). Santos, Brazil. Universidade de São Paulo.
- Correia, P. R. M., & Aguiar, J. G. (2014) Concept Mapping Informed by Cognitive Load Theory: Implications For Tasks Involving Learner-Generated Cmaps. In: P. R. M. Correia, M. E. Infante-Malachias, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 150-157). Santos, Brazil. Universidade de São Paulo.
- 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.
- Kinchin, I. M. (2001) If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, 23(12), 1257-1269.
- Nesbit, J.C., & Adesope, O.O. (2006) Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research* 76(3), 413-448.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York: Routledge.
- Novak, J.D. (1990) Concept maps and vee diagrams: metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science* 19(1), 29-52.
- Paas, F. G. W. C. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *J. Educat. Psychol.* 84, 429-434.
- Pereira, A. O., Rocha, R. L., Aguiar, J. G., & Correia, P. R. M. Using worked example to teach the role of focus question: building conceptual understanding about concept mapping. In: P. R. M. Correia, M. E. Infante-Malachias, A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.) *Concept Mapping to Learn and Innovate. Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 794-799). Santos, Brazil. Universidade de São Paulo.
- Kinchin, I. M., Lygo-Baker, S. & Hay, D. B. (2008) Universities as centres of non-learning. *Studies in Higher Education* 33(1), 89-103.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- van Gog, T., Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2006). Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction*, 16, 154-164.

INTERVENÇÃO EM MAPAS CONCEITUAIS: UMA EXPERIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Rosália Prokasco Lacerda, Léa da Cruz Fagundes & José Valdeni de Lima, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Email: rosalia.lacerda@ufrgs.br

Resumo. Este artigo propõe um método de acompanhamento e intervenção na aprendizagem a partir da produção de hipertexto vinculada à elaboração de mapas conceituais, fundamentado na teoria da equilibração de Jean Piaget. O modelo faz parte de ação pedagógica desenvolvida em escola pública de Educação Básica, no contexto da metodologia dos projetos de aprendizagem, durante a qual os alunos elegem temáticas de seu interesse para investigar, tornando-se autores na web mediante a confecção de páginas virtuais.

Palavras-chave: aprendizagem, hipertexto, equilibração, mapas conceituais.

1 Introdução

A tecnologia digital é, no mundo contemporâneo, a responsável por uma série de mudanças quanto às formas de aprendizagem, de entretenimento, de trabalho, de comunicação, de registro e armazenamento do conhecimento, exigindo uma série de capacidades frente aos vários desafios que oferece ao internauta. Junta-se a esse panorama uma maior facilidade no acesso, na publicação e no uso da informação no dia a dia. Entretanto, mesmo diante desse panorama de transformações, a escola permanece associada ao paradigma da educação industrial, na qual o aluno é “consumidor” passivo do produto oferecido e escolhido por terceiros em detrimento de uma educação integral que contemple seu desenvolvimento em todas as dimensões da razão e da emoção.

A mudança estrutural requerida pela escola, frente a esse cenário, se fundamenta em uma mudança no paradigma de educação, na concepção do aprender para que, de fato, possa provocar uma mudança no método de trabalho, na organização do currículo, na avaliação e na gestão de tempos e espaços do cotidiano escolar. Daí a necessidade de novas ações pedagógicas que aproveitem ao máximo as possibilidades de interação e criação que as tecnologias de informação e comunicação têm a oferecer.

Fagundes (1999), Coll e Monereo (2010) utilizam-se dos termos “prótese” e “amplificador cognitivo” para se referirem à tecnologia digital, uma vez que é considerada um instrumento a ser utilizado pela cognição humana, compreendendo um ciclo: a cognição inventa a tecnologia e, ao mesmo tempo, a tecnologia amplia as possibilidades cognitivas do ser humano. A geração, que rapidamente aprendeu a lidar com a tecnologia digital e cresceu utilizando a pleno todos os recursos tecnológicos, está na escola e, com certeza, sua conduta é diferenciada daquela das gerações anteriores. São crianças e jovens que convivem com uma quantidade imensa de informações a todo o momento, necessitando selecionar aquelas que lhes interessam ou que são mais confiáveis; participam e criam redes de relacionamento com facilidade, mantendo contato frequente com os participantes de seus grupos.

Em consonância com as mudanças emergentes na sociedade do século XXI, o Projeto Amora, desenvolvido no Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/Brasil, desde o ano de 1996, tem-se proposto a redimensionar as relações professor/aluno/conhecimento bem como o currículo que integra as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) como recursos de criação, manejo e publicação de informações e conhecimentos produzidos por seus participantes (estudantes e docentes). É assim que diversas situações pedagógicas são pensadas pelos professores com o objetivo de conhecer as ideias dos alunos, dando vazão às suas curiosidades e necessidades, bem como a suas crenças e vivências. Uma delas é a metodologia de projetos de aprendizagem, que abre espaço para a indagação genuína do estudante e para a inter-relação entre os diversos campos do conhecimento, configurando-se, assim, um aprender intimamente relacionado às oportunidades de construir significados e gerar explicações para os fenômenos e fatos do cotidiano.

Apresenta-se, neste artigo, um modelo de intervenção na aprendizagem durante o registro de descobertas em páginas virtuais vinculado à elaboração de mapas conceituais que busca a criação de links a partir das proposições contidas nas distintas versões dos mapas.

1.1 A teoria da equilibração

No contexto do Projeto Amora supracitado, busca-se entender e intervir no mapas conceituais dos estudantes a partir do aporte da Epistemologia Genética (Piaget, 1985). Piaget explica o desenvolvimento do conhecimento por meio da teoria da equilibração, processo que leva um indivíduo de certo estado de equilíbrio cognitivo a outros, qualitativamente diferentes, e que transitam por múltiplos desequilíbrios e reequilibrações (PIAGET, 1975, p. 11). Inicialmente se trata de uma equilibração de observáveis sobre a própria ação e sobre o objeto, distinguindo-se suas características (atributos que lhe foram introduzidos) e ações coordenadas de um sujeito. Posteriormente trata-se do equilíbrio das coordenações inferenciais construídas pelo sujeito sobre suas próprias ações e o das coordenações atribuídas aos objetos ao longo das tentativas de explicação.

Os desequilíbrios cognitivos podem ser considerados desencadeadores de progresso no desenvolvimento dos conhecimentos justamente por impulsionarem o sujeito a ultrapassar o estado atual em busca de novos direcionamentos. Piaget (1976) ressalta que sem os desequilíbrios e os conflitos cognitivos o conhecimento permaneceria estático. Os desequilíbrios, portanto, desempenham importante papel como desencadeadores da aprendizagem, no entanto, a fonte do progresso conceitual está no processo de reequilibração. Os desequilíbrios cognitivos podem ser percebidos nas dificuldades de ajuste entre o sujeito e os objetos com os quais interage ou na coordenação entre os subsistemas.

A perturbação pode ser compreendida como algo que serve de obstáculo à assimilação, então, do ponto de vista do sujeito, as regulações são reações às perturbações. Percebe-se regulação quando a retomada de determinada ação é modificada pelos resultados dessa ação, quando há um resultado não esperado. Desse modo, as regulações são instrumentos do processo de equilibração do indivíduo. Mas nem toda a perturbação gera uma regulação e tal situação ocorre quando há impossibilidade por parte do sujeito de ressignificar essa perturbação, seja por falta de mecanismos cognitivos, seja por negação da perturbação.

Trata-se, então, a regulação de um processo interno do indivíduo que lhe permite perceber os erros e as lacunas de compreensão dos fenômenos e ações. Por essa razão as regulações são tão importantes no desenvolvimento do sujeito: é um mecanismo que provoca a modificação dos esquemas ou das etapas cognitivas do sujeito. E tais modificações ocorrem no sentido de compensar o erro ou explorar aspectos ainda desconhecidos. Isso significa, então, que as regulações produzem as compensações necessárias para se atingir determinado resultado em uma atividade. Essas compensações servem de correção incompleta ou tardia. Como a regulação visa uma modificação da ação, ocorrem nesse processo retroações ou *feedback* e antecipações, as quais visam um melhor resultado.

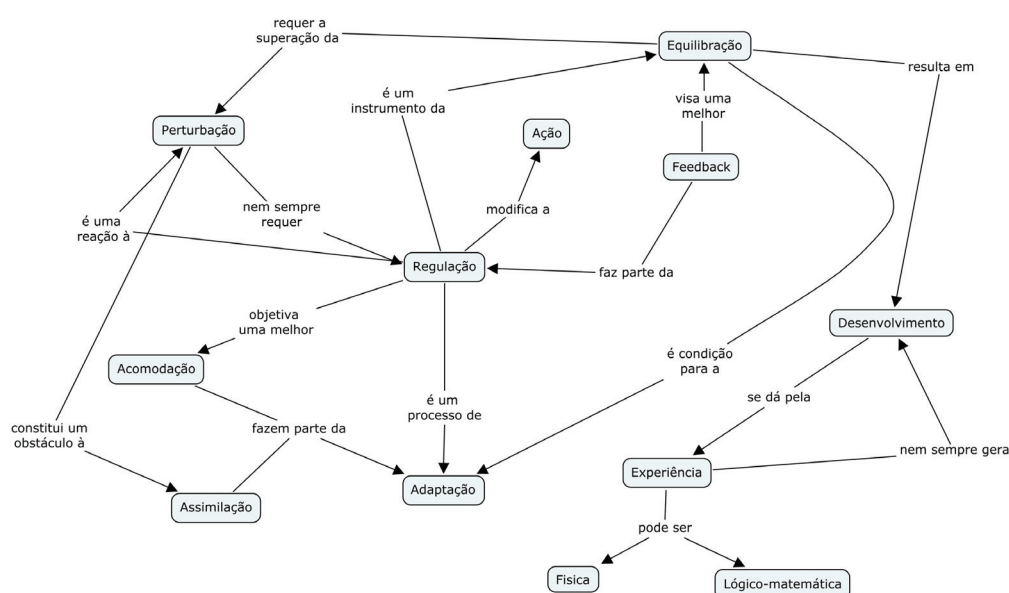


Figura 1: Síntese processo de equilibração

No entanto, é importante pontuar que nem toda a lacuna no sistema de significações gera uma perturbação ao indivíduo. Inúmeras vezes, por exemplo, nem a criança nem o adulto se mostram motivados por aquilo que ignoram, não havendo perturbação alguma diante do desconhecido. Quando, entretanto, a lacuna é obstáculo para a conclusão de uma ação determinada ou para o entendimento de certo fenômeno, o esquema de

assimilação foi ativado, configurando-se a perturbação. É por isso que, conforme afirmamos anteriormente, toda a regulação é fruto de uma perturbação, mas nem toda perturbação gera uma regulação, pois não se pode considerar uma regulação o fato de o sujeito simplesmente repetir a ação, sem modificá-la. E isso ocorre com frequência, por exemplo, em sala de aula. Se o aluno apenas reproduz uma resposta a determinada pergunta ou intervenção feita pelo professor, sem mobilizar recursos cognitivos para arriscar-se a resolver o problema proposto, não há esforço de adaptação, nem regulação da ação ou operação.

1.2 Contexto de construção dos mapas conceituais

A prática do uso de mapas conceituais¹ vem-se desenvolvendo no Projeto Amora desde 2006 com o uso da ferramenta CMap Tools, desenvolvida no *Institute for Human and Machine Cognition da University of West Florida*, a qual permite construir mapas conceituais e publicá-los em servidores, assim como transformá-los em figuras que podem ser publicadas em páginas da Internet.

O mapa conceitual é, portanto, uma outra forma de representar as ideias. Conforme Dutra (2006), essa forma de representação torna acessíveis as relações estabelecidas entre os conceitos ou noções. Parte-se, assim, da concepção de que um conceito é formado por outros conceitos, criando-se um sistema de significações que expressa o entendimento do aluno acerca dos conceitos conectados, percebendo de forma mais clara a lógica do estudante ao relacionar determinados elementos. Nesse sentido, a elaboração sistemática de mapas conceituais digitais pelos alunos, acompanhada de uma intervenção cuidadosa do professor, podem contribuir muito para o acompanhamento dos processos de conceituação dos estudantes.

No ano de 2010, o Colégio de Aplicação passou a integrar o Projeto Um Computador por Aluno (UCA) como escola-piloto, recebendo laptops para todos os alunos e professores da escola. Em consequência disso, potencializaram-se o acesso à internet e os usos da tecnologia digital para o registro virtual das atividades desenvolvidas uma vez que cada aluno tem a sua disposição um computador conectado à rede.

1.3 O método de intervenção na aprendizagem: MCs e wikis

Os MCs são elaborados no contexto dos projetos de aprendizagem, antecidos por atividades exploratórias, as quais oportunizam uma reflexão acerca das relações entre os fatos do cotidiano e a ciência, entre o que percebem os alunos e os porquês relacionados, entre o intuitivo e o conhecimento científico.

É nesse contexto de exploração e criação que, em uma segunda etapa, o estudante é convidado a formular sua pergunta de investigação. A pergunta, portanto, está ancorada nas significações já construídas pelo aluno (conhecimento prévio) e representa a perturbação do sujeito diante da novidade, ou seja, daquilo que lhe interessa por estar temporariamente sem resposta ou sem solução. Ao formular a pergunta, o aluno começa a ter clareza do que já sabe e, mais ainda, de que isso ainda é insuficiente para dar conta de sua curiosidade.

O próximo passo é o agrupamento das perguntas dos alunos por afinidade temática. A cada grupo que se constitui, um professor é designado para fazer a orientação da pesquisa e a intervenção no processo de aprendizagem.

Os MCs constituem a etapa seguinte de trabalho por representarem o conhecimento a partir de conceitos ou palavras-chave sobre determinada temática, constituindo assim, o conjunto de significações construídas sobre tal assunto. O primeiro MC é elaborado pelo grupo de alunos, cujas pesquisas estão relacionadas por semelhança entre os assuntos. São formadas as primeiras proposições geralmente em torno das ideias-centrais de cada investigação. Somente após esse primeiro mapa conceitual coletivo inicia-se o processo de construção individual.

Com vistas à confecção do MC individual, é parte da intervenção dos professores do Projeto Amora solicitar aos alunos que definam de três a cinco palavras-chave em relação à temática de sua pesquisa. Tais palavras originam os primeiros conceitos do MC e, por conseguinte, as primeiras proposições a serem elaboradas. Esse procedimento garante que o estudante elabore as primeiras proposições do MC a partir das

¹ Essa prática foi iniciada pelo Prof. Italo Dutra, em sua tese de doutorado. Estão disponíveis maiores informações no artigo *Blog, wiki e mapas conceituais digitais no desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com alunos do Ensino Fundamental*, publicado na Revista Renote do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação - UFRGS.

ideias prévias que têm em relação ao assunto em estudo. Mesmo que as proposições sejam refeitas, ampliadas ou apagadas pelo autor, é importante que constem da primeira versão, pois, dessa maneira, o professor-orientador acompanha a evolução do pensamento do aluno e os desequilíbrios de seu sistema de significações. As versões individuais, portanto, partem do MC coletivo do grupo de alunos, conforme figura a seguir.



Figura 2: Etapas das versões do MC

As diferentes versões do MC são elaboradas pelo aluno a partir de um diálogo com o professor-orientador da pesquisa que, ao utilizar o método clínico, tenta provocar o desequilíbrio cognitivo do estudante com a intenção de conhecer seu sistema de significações, bem como a forma como organizou seu pensamento. Tomando-se em consideração que cada sujeito constrói suas representações e sua aprendizagem de acordo com seu próprio ritmo, a entrevista clínica não apresenta uma sequência de perguntas, mas um diálogo por meio do qual se indaga o sujeito a partir de suas próprias respostas ou justificativas. Mesmo que as proposições sejam refeitas, ampliadas ou apagadas pelo autor, é importante que constem da primeira versão, pois, dessa maneira, o professor-orientador acompanha a evolução do pensamento do aluno e os desequilíbrios de seu sistema de significações.

Nem todos os alunos espontaneamente explicitam, em suas wikis, as palavras-chave que deram origem ao primeiro MC. Mas, após intervenção do professor-orientador, transformam palavras-chave em links. Esses links, em sua maioria, estão ancorados em conceitos da investigação. Nota-se, assim, que as perturbações provocadas por novas informações ou por indagações do professor-orientador podem dar origem à reequilibrações, as quais geram links na wiki.

O método de intervenção em foco, dessa maneira, pode ser exemplificado nas etapas ilustradas na tabela a seguir:

Tabela 1: Etapas do método de intervenção nos MCs e wiki.

Ideias iniciais	Identificação de conceitos	Diálogo - desequilíbrios	Produção - perturbações	Diálogo - regulações	Produção – reequilibração
MC do grupo	Conceitos-chave do grupo	MC individual versão 1 + intervenção do professor	Pesquisa e registro na wiki	MC individual versão 2	Intervenção do professor no MC e wiki

A intervenção do professor-orientador nem sempre provoca perturbação no sistema de significações do sujeito, o que resulta em poucas ou nenhuma alterações no MC e, ainda, na criação de links na página virtual desvinculada dos conceitos presentes na temática em estudo.

2 Alguns resultados da intervenção

Mediante as diferentes versões do mapa conceitual, bem como através das entrevistas clínicas, é possível acompanhar como o sujeito reage frente às novas descobertas e às perturbações representadas pela intervenção do professor-orientador. Uma das possibilidades é que desconsidere a novidade ou a pergunta/provocação do professor, mantendo sua forma de pensar original e não alterando o MC. É possível também que aceite a novidade, integrando-a ao MC.

Os elementos ou novidades que causam perturbação no sistema de significações do aluno, durante a entrevista clínica, podem ser por ele inseridos nas versões seguintes MC, como se percebe nos exemplos a seguir:

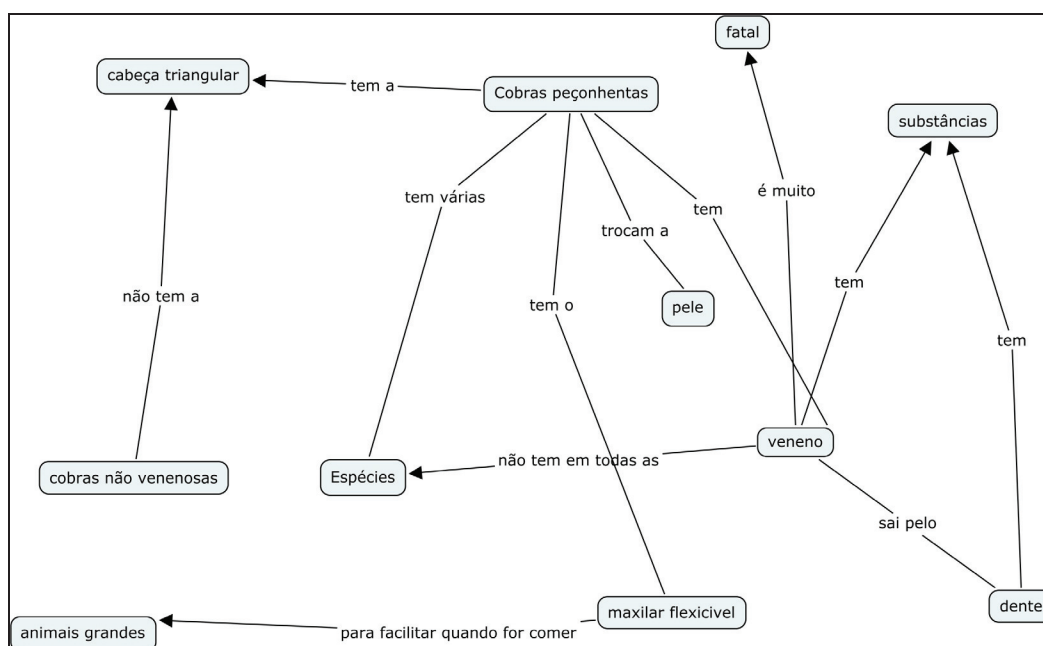


Figura 3: MC do aluno HEN – versão 1.

A primeira versão do MC foi construída a partir das palavras-chave elencadas pelo próprio aluno e, também, das relações estabelecidas no MC do grupo (sobre animais) a pedido do professor-orientador. Após primeira entrevista clínica, o aluno efetuou a segunda versão do MC:

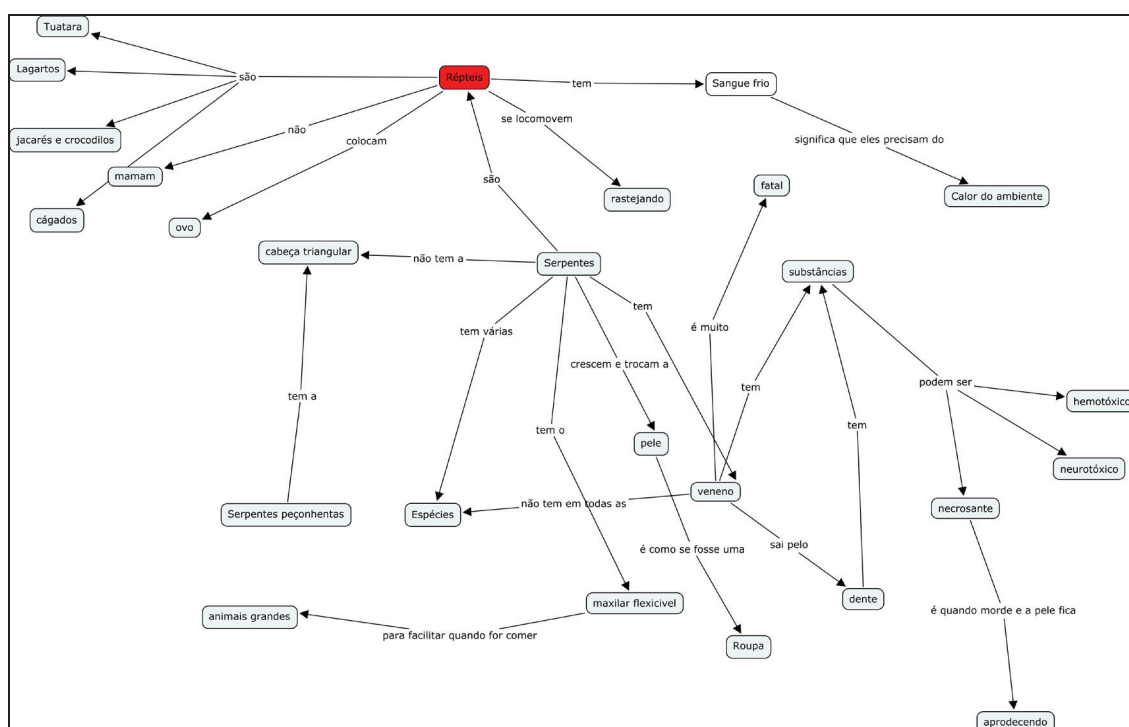


Figura 4: MC do aluno HEN – versão 2

Ao comparar-se o texto da wiki com as proposições do MC, é possível perceber um processo de regulação efetuado pelo aluno HEN já no início da pesquisa, qual seja: o termo “cobras”, utilizado inicialmente, é substituído espontaneamente pelo vocábulo “serpentes” a partir de leituras iniciais feitas pelo aluno. Tal regulação é consequência do desequilíbrio causado pela novidade encontrada, neste caso, elemento perturbador das certezas iniciais do sujeito.

O processo de regulação é constatado nas respostas do sujeito quando da entrevista clínica, tanto nas tentativas de conhecer as características do objeto em estudo (serpentes) como quando reflete sobre seu próprio pensamento durante a elaboração de coordenações inferenciais. Esse desenvolvimento pode ser observado durante entrevista clínica a seguir:

...

P- Então, Henrique, a gente parou quando disste que elas (serpentes) rastejavam e que elas precisavam do calor do ambiente. Quem sabe a gente coloca mais exemplos de répteis?

HEN -Tem o lagarto, crocodilo, dinossauro. Só que a senhora disse que o dinossauro não tinha sangue frio.

P -Não lembro de ter dito isso, não.

HEN -Não, foi o sor. Guilherme que disse.

P -Não sei, eu lembro que a gente falou das aves e não dos dinossauros.

HEN- As aves têm sangue quente, né, sora, por isso elas têm penas, para se protegerem no frio, né?

P -A gente também precisa de roupas pro frio.

HEN -Não, sora, é o contrário: a gente precisa do frio porque tem sangue quente, por isso os de sangue frio precisam de calor.

P-Tu disste que, se ela não tiver calor, ela perde seus movimentos.

HEN -Sim, daí ela morre.

P - Nós também?

HEN -Depende, sora, se a gente for num lugar tri congelado, tipo assim, sora, se a gente for pro Pólo Norte, a gente vai morrer.

P - Mas tem gente que mora no Pólo Norte.

HEN - Sim, sora, mas bem agasalhado. A pele da cobra é como se fosse uma camiseta só, sora. A gente não morre porque a gente criou o recurso, né, sora.

P -Será que os répteis tem capacidade de criar esses recursos também?

HEN -Não, só a gente tem, sora.

P -Bem ,Henrique, termina de colocar os exemplos.

HEN - Olha ,sora, esse bicho aqui, ele é réptil também..

P -Que bicho é?

HEN -É um parente do largarto que vive na Nova Zelândia.

P -Esse bicho não tem aqui, né?

HEN - Não...Sabe aquele, o Rango [animação], sora? É esse bicho aqui.

P - O que tu vais colocar: que os répteis são lagartos ou que os lagartos são répteis?

HEN -Eu vou colocar que ele os répteis são lagartos.

P - Mas, daí tu vais estar dizendo que todos os répteis são lagartos.

HEN - Então, os lagartos são répteis, sora.

Figura 5: Entrevista clínica sobre MC – aluno HEN

É possível afirmar que, durante a busca de respostas para suas dúvidas, bem como durante as tentativas de explicação para as imagens em vídeo assistidas, o aluno passou por diversos desequilíbrios cognitivos, contrapondo seu conhecimento prévio com as novidades advindas da pesquisa e das intervenções no decorrer da orientação. Essas inúmeras tentativas do estudante em melhorar o conhecimento acerca do objeto de estudo no projeto de aprendizagem são as regulações em seu sistema de significações.

3 Conclusões

A metodologia de projetos de aprendizagem parte da indagação do aluno, a qual dá início à busca e à seleção de informações. Essas são disparadoras de desequilíbrios no sistema cognitivo do aluno, motivando-o a encontrar formas para compreender melhor o objeto em estudo. Nesse processo, o professor é o orientador e sua principal

função é indagar, promovendo situações de desequilíbrio cognitivo que coloquem o aluno em xeque em relação às dúvidas e certezas concebidas.

O registro do processo de aprendizagem do aluno, durante os projetos de aprendizagem, dá-se em meio virtual, atualmente com a publicação de uma wiki com o auxílio da ferramenta de escrita colaborativa PBworks. Dessa maneira, é preocupação do professor intervir da melhor forma para que o aluno construa uma página virtual com autoria, evidenciando os conhecimentos prévios à formulação da pergunta, bem como as aprendizagens construídas durante o desenvolvimento do projeto.

Os resultados obtidos com o uso do método de intervenção sugerem uma significativa mudança no registro hipertextual dos alunos durante os projetos de aprendizagem. A intervenção no MC forneceu subsídios para uma intervenção em relação à elaboração da wiki. As indagações acerca das proposições construídas pelo estudante foram utilizadas para desencadear a necessidade de criar enlaces entre as diferentes páginas dos alunos. Assim, elaborar diferentes versões do MC e construir o hiperdocumento a partir das proposições presentes no MC, foi uma forma de motivar o aluno a explicitar as relações, deduções, antecipações por meio dos links, garantindo-se, assim, o registro das aprendizagens de forma autoral.

As produções dos alunos apresentam diferentes níveis de conduta cognitiva que representam maior ou menor apropriação da linguagem hipertextual, assim como evolução no processo de conceituação. As perturbações nos sistemas de significação dos estudantes, registradas mediante entrevista clínica, resultam em regulação. Esse processo de reequilibração está registrado nas diferentes versões dos MCs, podendo gerar links que relacionam diferentes wikis ou mesmo partes da mesma wiki.

Os resultados descritos neste artigo, no entendimento desta pesquisadora, validam os projetos de aprendizagem como uma metodologia que oportuniza ao aluno aprender a partir de seu interesse e de suas possibilidades, oferecendo-lhe espaço para reflexão e construção de conceitos. Validam, ainda, a ferramenta CMap Tools Lite como um recurso altamente eficaz na intervenção do professor e no acompanhamento do processo de aprendizagem do aluno, bem como recurso que pode problematizar e ressignificar o registro virtual elaborado pelos estudantes.

Referências

- Dutra, I.M.; Piccinini, C.A.; Becker, J.L.; Johann, S.P. & Fagundes, L.C. *Blog, wiki e mapas conceituais digitais no desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com alunos do Ensino Fundamental*. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v.4, n. 1, 2006.
- Dutra, Í.M. *Mapas Conceituais no Acompanhamento dos Processos de Conceituação*. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- Dutra, Í. M., Fagundes, L.C. & Cañas, A.J. *Un Enfoque Constructivista para el Uso de Mapas Conceptuales en Educación a Distancia de Profesores*. In: CMC 2004 – First International Conference on Concept Mapping, 2004, Pamplona, Navarra – Espanha, 2004.
- Espinoza, A.M. *Ciências na escola: novas perspectivas para a formação dos alunos*. São Paulo: Ática, 2010.
- Fagundes, Lea da Cruz. *Aprendizes do Futuro: As Inovações Começaram!* MEC - PROINFO – Coleção Informática Para Mudança na Educação, 1999.
- Papert, S. *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.
- Piaget, J. & Inhelder, B. *A psicologia da criança*. Rio de Janeiro: Difel, 2007.
- _____. *Da lógica da criança à lógica do adolescente*. São Paulo: Pioneira, 1971/1976.
- _____. *A Equilibração das Estruturas Cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- Schäfer, P.; Fagundes, L.C.; Primo, A.F.T. & Cañas, A.J. *Desenvolvimento da conceituação sobre a escrita mediado pela construção de mapas conceituais em uma rede de comunicação online: alguns resultados*. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, 2012.
- Schäfer, P.; Lacerda, R. & Fagundes, L.C. *Escrita colaborativa na cultura digital: ferramentas e possibilidades de construção do conhecimento em rede*. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, 2009.
- Veen, W. & Wakkink, B. *Homo Zappiens: educando na era digital*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

IS A CONCEPT MAPPING WITH ERRORS USEFUL FOR EVALUATING LEARNING OUTCOMES? A STUDY ON DECLARATIVE KNOWLEDGE AND READING STRATEGIES USING EYE-TRACKING

Joana Guilaes de Aguiar & Paulo Rogério Miranda Correia, Universidade de São Paulo, Brazil
Email: joanaguilaes@usp.br, www.mapasconceituais.com.br

Abstract. Concept maps (Cmaps) can be used as an assessment tool because they highlight the structure of declarative knowledge of students in specific contents. In this paper, we propose to use a Cmap about concept mapping and learning theories with conceptual errors as assessment tool and explore the effects of declarative knowledge (DK) and reading strategies (RS) in this process. Eye-tracking measurements were made during the Cmap reading with 29 graduated students. Fixation count, observation count, fixation length and observation length for Areas of Interest (AOI), defined according to both conceptual errors and content, were recorded during the reading of Cmap with errors (experimental group, EG) or without errors (control group, CG). The results indicated (1) a marginally significant effect of RS, indicating that all students (CG and EG) explored the Cmap approximately in the same way and (2) a main effect of DK, wherein the students with High DK pointed more conceptual errors in EG and less in CG with greater precision compared to Low DK.

Keywords: Assessment, Concept map, Declarative Knowledge, Eye-tracking, Reading Strategies.

1 Introduction

Learning involves much more than the ability to recall information, facts, and names. It requires engagement in a personal process of meaning making (Novak, 2010). The process of knowledge acquisition implies an intentional action in order to create meaning between the existing declarative knowledge and the novel information. Meaningful learning occurs when the learner is able to apply the new modified information in their cognitive structure in different contexts in which learning occurred, even after a long period (Ausubel, 2000). To foster meaningful learning and minimize common-sense ideas about complex issues, teachers should recognize the importance of instruction and assessment planning. Among several strategies adopted to evaluate students' learning outcomes, concept maps (Cmaps) appear as an interesting alternative (Henno & Reiska, 2008; Kinchin, Hay & Adams, 2000; Schmid & Telaro, 1990). Cmaps are useful graphical organizers for identifying explicit conceptual relationships through propositions (initial concept + linking phrase + final concept). Concepts are embedded into a propositional network that allows processing information using text (semantic content) and images (visuospatial organization). For this reason, Cmaps may be useful for organizing instructional materials (Salmerón et al., 2009).

The proposition is the basic unit of meaning in Cmap, and it may be conceptually correct or incorrect (Novak, 2002). For example, the proposition *Non-learning – is the opposite of → Meaningful Learning* presents a misconception. Non-learning is characterized by a previous structure knowledge that remains unchanged, where the learner only repeats what he/she knew before (Hay, 2007). The opposite of non-learning is the occurrence of a learning situation, *i.e.*, where changes of knowledge structure occur. However, the degree of integration between the new concepts and parts of their declarative knowledge might lead to rote (concepts superficially integrated) or meaningful learning (concepts deeply integrated).

Assuming that knowledge of a specific content (*e.g.*, Ausubel Assimilation Theory) is organized around central concepts and that meaningful learning requires a highly integrated structure between these concepts, the Cmap appears to be a potential tool for explaining and assessing students' knowledge (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996). In general, Cmaps show the structure of declarative knowledge (facts, definitions, descriptions, concepts) and provide the feedback from the teaching-learning process to both teacher and learner (Shavelson, Ruiz-Primo & Wiley, 2005). Although Cmaps are being used as an assessment tool, the most common tasks usually revolve around the preparation of Cmap by the student. In this paper, we propose the use of concept mapping with conceptual errors as assessment tool and explore the effects of declarative knowledge (DK) and reading strategies (RS) in this process. We hypothesized that not only the DK, but also the RS will interfere with the appointment of conceptual errors during the Cmap reading.

2 Method

2.1 Participants and Materials

Fourteen graduate students enrolled in the *EDM5103 Collaborative Learning and Concept Mapping: Fundamentals, challenges and perspectives* course offered at the University of São Paulo took part in this study (mean age = 30.1, *SD* = 6.0). The content was divided into 3 parts (Figure 1), and each class had 2 hours of theoretical discussions plus 1 hour of practical Cmap activity. The data collection occurred during classes 7-8 about 1 month after the Test 1 (class 5) and involved the identification of conceptual errors in a Cmap about ‘concept mapping and meaningful learning’ (topic of the Part I). Table 1 shows the selected readings and the main discussions covered during classes 1-5.

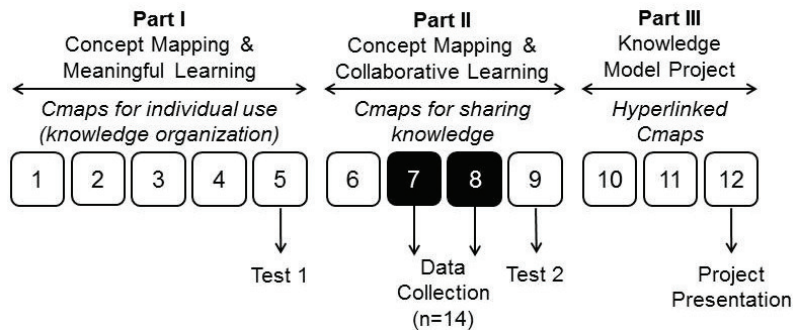


Figure 1. General organization of the EDM5103 Collaborative Learning and Concept Mapping course.

Table 1. Selected readings and main content considered in this study (Part I of the EDM5103 course).

Class	Preparatory Readings	Summary of contents
1	Kinchin, Lygo-Baker & Hay (2008)	<ul style="list-style-type: none"> Scholarship of teaching Concept mapping to visualize knowledge structures Types of knowledge structures: spoke, chain, and net Learning as a changing process Pedagogic resonance as mediation supported by Cmaps
2	Novak (2010), Chapters 2 & 3	<ul style="list-style-type: none"> Ausubel's Assimilation Theory Rote and Meaningful learning: processes and requirements Novak's Theory of Education Five elements in educational events Empowerment as a key element of the human constructivist view of teaching and learning
3	Hay (2007)	<ul style="list-style-type: none"> Learning assessment Deep/surface learning compared to meaningful/rote learning Knowledge structures changing throughout the learning process Threshold concepts as learning obstacles
4	Novak (2002)	<ul style="list-style-type: none"> Conceptual errors during the meaningful learning Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies (LIPH's) Situated learning Concept maps as a metacognitive tool Self-regulation of learning as an empowering road to lifelong learning
5	-	Test one: Cmap elaboration (individual activity)

2.1.1 Declarative knowledge test

Declarative knowledge was assessed by a 31-statement questionnaire about the course content presented in Table 1. The items were measured on a 4-point Likert scale ranging from completely agree (4) to completely disagree (1). The zero value ('I do not know the answer') was included to prevent random responses. The questionnaire was validated (Cronbach's alpha = .702). Some examples of statements used in the questionnaire are presented below.

- *Concept maps allow differentiating superficial learning from deep learning. (Correct)*
- *The choice of meaningful learning must be made by the student. (Correct)*
- *Situated learning is desirable and is related to meaningful learning. (Wrong)*

- *Radial structures of knowledge reflect clarity of purpose and strategic thinking aimed at a goal.*
(Wrong)

2.1.2 Digital Cmaps

The researchers prepared two digital Cmaps containing 45 concepts about ‘concept mapping and meaningful learning’. One version has no conceptual errors (Cmap I, Figure 2) and the other contains some specific modifications to include 12 conceptual errors (Cmap II, see the errors in Table 2). These changes were made considering the students’ knowledge of the topic, which was assessed by Test 1 (class 5). The initial concept (‘Novak’) was highlighted, and the propositions were numbered to offer a navigation aid to the students.

Table 2. Digital concept map features used as reading material. The Cmap were divided into 8 main topics with different level of difficulty. To prepare the Cmap II (with errors), we change 12 propositions of Cmap I (Figure 2).

Main topic (identification)	Level of difficulty	Propositions number	Propositions with conceptual error (Cmap II)
Novak (NO)	Easy	1-6, 16-20, 34	3: Educational Situations – are equally understood by → Learner/Teacher 6: Situated learning – is desirable → in Educational Situations 16: Teacher – is the only one responsible for raising the → Previous Knowledge
Knowledge structure (KS)	Intermediate	7-11, 14-15	14: Teacher – will never present → Spoke Structure
Threshold concepts (TC)	Difficult	12-13	-
Ausubel (AU)	Easy	21-29, 33	22: Rote Learning (superficial) – is synonym of → Non-learning 23: Non-learning – is the opposite of → Meaningful Learning (deep) 25: Rote Learning (superficial)/ Meaningful Learning (deep) – explain the learning as a <i>continuum</i> between the → Ausubel Theory 26: Rote Learning (superficial) – must be avoided in → Education 29: Previous Knowledge/Novel Information – are retained in → Short-term Memory
LIPs (LI)	Intermediate	30-32	30: Meaningful Learning (deep) – implies in learning without → Misconceptions 31: Meaningful Learning (deep) – always change → LIPs
Concept mapping (CM)	Easy	35-39	-
Pedagogic resonance (PR)	Difficult	40-41	-
Metacognition (MT)	Difficult	42-45	42: Metacognition – is synonym of → Metalearning

2.1.3 Eye-tracking measurements

A VT2-Mini eye-tracking portable device (EyeTech, USA) and MangoldVision software (Mangold, Germany) were used to record the eye movements. Fixation count (FC), observation count (OC), fixation length (FL) and observation length (OL) was measured when students read the digital Cmap. These variables are recorded for specific ‘Areas of Interest’ (AOI) predefined by the researcher (Figure 3). In the case of this study, we defined two kinds of AOI:

- By content: 8 areas (main topics in Table 2);
- By error: 12 areas (propositions with conceptual errors in Table 2).

Eye movements reflect cognitive processes, especially visual attention during the reading (Rayner, 1977). For example, if the learner stays focused on one AOI they will probably present high FL and low OC.

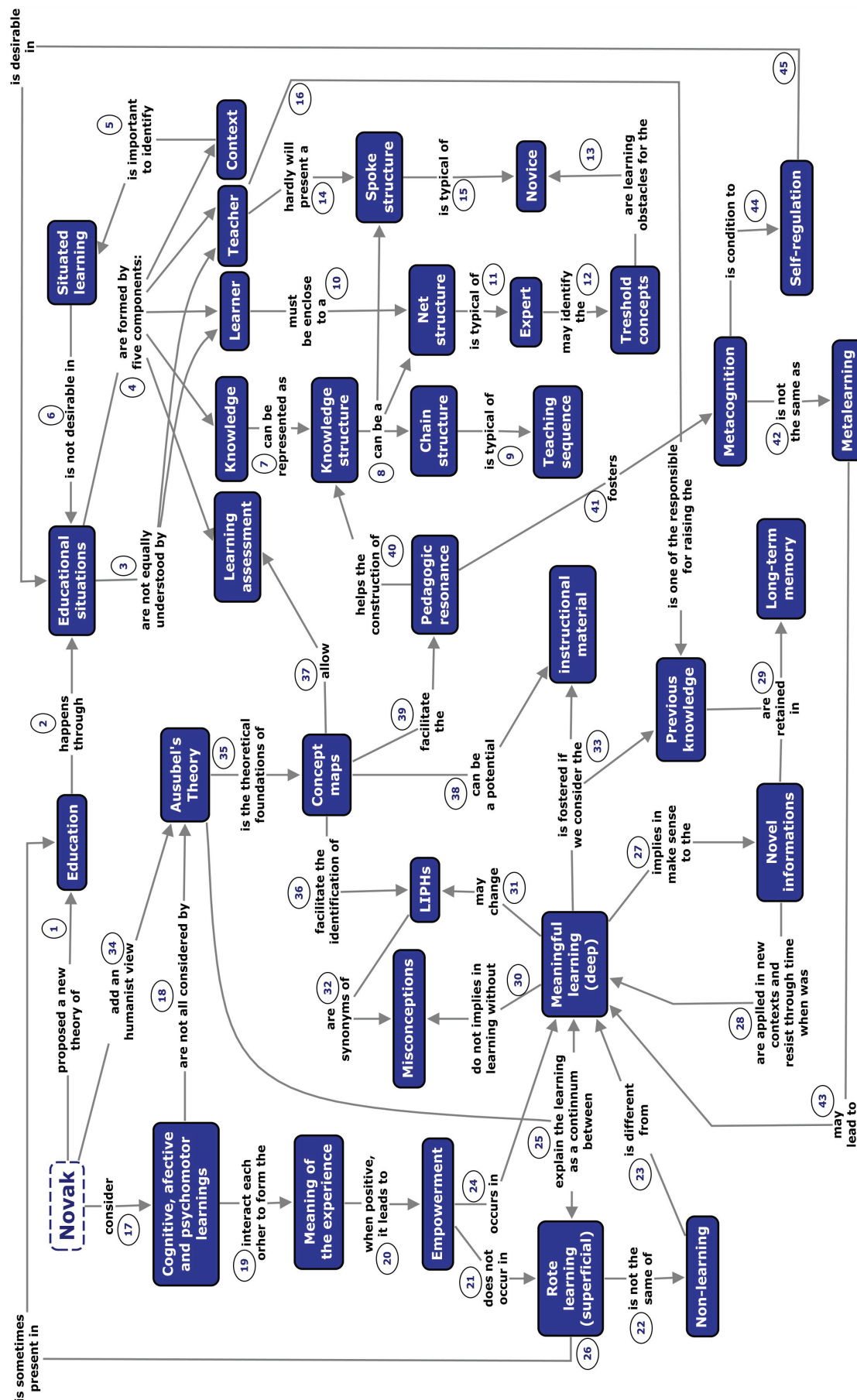


Figure 2. Cmap I (with no errors) used with the control group. Twelve propositions (see Table 2) are changed in order to add conceptual errors (Cmap II used with experimental group). All participants received the following instructions on the computer screen: "You will read a Cmap about classes 1-4 that may have conceptual errors. Please read this Cmap and identify all errors you may find using the number of the proposition".

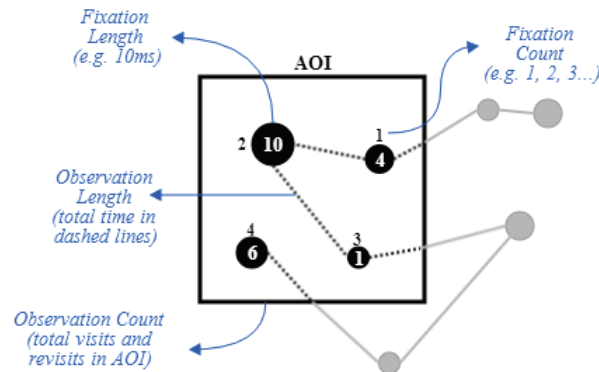


Figure 3. Eye-tracking measurements, recorded for each AOI, when students read the Cmaps I and II.

2.2 Experimental design and Procedures

The declarative domain knowledge test was conducted in class 5. A 2x2 experimental design was conducted considering the following variables: declarative knowledge (High, HDK and Low, LDK) and Cmap correctness (no errors - Cmap I/Control Group - CG and with errors - Cmap II/Experimental Group - EG). The data collection was carried out in the following order: eye movement recognition and calibration, participant identification (name and age), Cmap reading and identification of conceptual errors (eye-tracking recording). There was no time limit to complete tasks. All participants consented with the research. The specific instructions during the task are provided in the caption of Figure 2.

2.3 Data Analysis

The overall score on the questionnaire was standardized on a 0-10 scale, and the mean values were calculated for each student. The questionnaire was analyzed to (i) detect the main conceptual difficulties about the course contents (Table 1) and (ii) classify students according to their level of declarative knowledge (DK). Hierarchical Cluster Analysis (HCA) was used for (i) and Student's t-test was used for (ii).

Cmap I and II propositions were classified according to their conceptual level of difficulty (Table 2). Students received the following scores when they found a conceptual error in the Cmap: +1 (easy content), +2 (intermediate content), and +3 (difficult content). Students scored negative points when they found a conceptual error that did not exist: -3 (easy content), -2 (intermediate content), and -1 (difficult content). The sum produced a final score for each student.

Due to the small sample size, Kolgomorov-Smirnov normality test with Lilliefors correction was conducted for all eye tracking metrics. Parametric Student *t*-test or non-parametric U-Mann-Whitney pairwise comparison was conducted between HDK and LDK, EG and CG considering the ratio of eye-tracking measurements (i.e. count or length in a specific AOI divided by the total count or length in all Cmap). All statistical analyses were conducted using SPSS 22.0 (IBM, USA).

3 Results

3.1 Student's declarative knowledge

Ward's method HCA grouped students according to their answers to the questionnaire into four clusters (A-D, 66% of similarity). Table 3 summarizes the main features that characterize each cluster and reveals the patterns found by HCA.

Table 3. Main features of each cluster (A-D) considering student level of understanding (score) and topic involved.

Cluster	Prevalent student score	Topic of the clustered statements	AOI in the Cmaps I-II
A	0 (Don't answer)	MT	MT
B	2 (Many conceptual errors)	PR, TC	PR, TC
C	3 (Few conceptual errors)	KS, LI	KS, LI
D	4 (Full understanding)	AU, NO, CM	AU, NO, CM

The questionnaire score analysis confirmed a statistically significant difference between HDK ($n=8$, $M=6.7$, $SD=6$) and LDK ($n=6$, $M=4.2$, $SD=1.1$), $t(13)=5.23$.

3.2 Eye-tracking measurements and reading strategies

The presence of conceptual errors during the Cmap reading revealed some differences between students in CG (Cmap I, no errors) and EG (Cmap II, with errors). The count (FC and OC) for proposition 3 (*educational situation – are equally understood by → learner/teacher*) were statistically higher for students in EG ($t_{FC3} = 2.04$, $p<.025$ and $t_{OC3} = 1.78$, $p<.05$). The presence of misconception in proposition 6 (*situated learning – is desirable in → educational situations*), also indicated a higher FC and OL for EG group ($t_{FC6} = 3.01$, $p<.001$ and $t_{OC6} = 3.36$, $p<.001$). Considering the AOI predefined by content, the EG group also demonstrated higher OC for ‘Novak’ AOI ($t_{OC-NO} = 2.37$, $p<.025$) and OL for ‘LIPHS’ AOI ($t_{OL-LI} = 3.12$, $p<.001$). On the other hand, the CG presented higher FC and OL for ‘Ausubel’ and ‘Threshold concepts’ AOIs, respectively ($t_{FC-AU} = -2.42$, $p<.025$ and $t_{OL-TC} = -3.42$, $p<.001$). There was no statistical differences between EG and CG for the other AOIs.

The declarative knowledge (DK) also interfered with how the students read the Cmap. HDK students had higher FC in proposition 14 (*teacher – never will present a → spoke structure*) and low OL for proposition 16 (*teacher – is the only responsible for raise the → previous knowledge*) in comparison to LDK ($t_{FC14} = 2.28$, $p<.025$ and $t_{OL16} = -2.04$, $p<.001$). LDK presented higher values for FC in ‘Concept Map’ AOI ($t_{FC-CM} = -1.98$, $p<.05$) and for total length of reading at the three difficult areas: ‘Metacognition’, ‘Pedagogic resonance’ and ‘Threshold concepts’ ($t_{TL-MT} = -1.98$, $p<.05$, $t_{TL-RP} = -2.68$, $p<.001$, $t_{TL-TC} = -2.17$, $p<.025$). The results revealed no statistical differences between EG and CG for the other AOIs, considering conceptual errors and content.

3.3 Conceptual errors identification

Figure 4 summarizes the scores for each student who participated in this study. HDK students (black bars) in experimental condition had positive and greater scores (Cmap II, with errors), indicating that they found the most errors we added to this Cmap. On the other hand, LDK students (grey bars) not only scored lower, but some of them also obtained negative scores (see participants #5 and #7). They did not found the errors that we added to the Cmap, and they indicated propositions with correct conceptual meanings as errors. The same pattern was observed for control condition (Cmap I, no errors). In this case, all the scores must be negative, once an error appointment is always a misjudgment. While LDK students had higher negative scores, HDK students had negative scores that did not exceed -6.

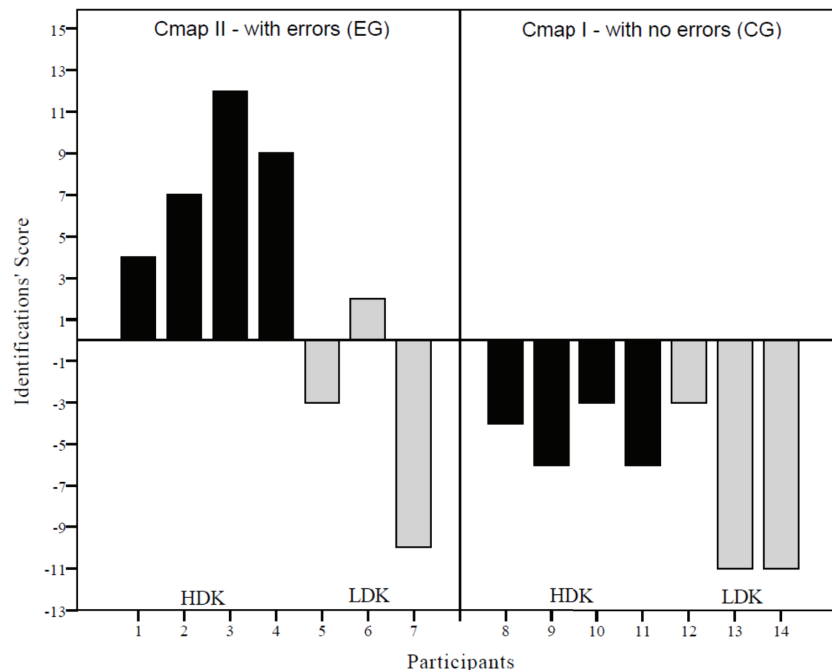


Figure 4. Students' scores after identifying conceptual errors in Cmap I (no errors/control group, CG) and Cmap II (with errors, experimental groups, EG). The participants were classified according to their high/low declarative knowledge on the topic (HDK/LDK).

4 Discussion

In this study, we proposed the use of Cmap with conceptual errors as evaluation tool. The contents of the proposed Cmap were classified according to their level of difficulty. Conceptual errors were added to it by considering easy, intermediate and difficult pieces of content. The learning evaluation using the error identification in Cmap was compared with the multiple-choice questionnaire that was used to measure the declarative knowledge of the students. No literature has been done on this kind of evaluation; however, applying pre-test, like the declarative knowledge questionnaire, is very common, especially in Social Sciences.

HCA showed the same pattern of results for both evaluations (Cmaps and questionnaire). The similarity among the questionnaire statements revealed: (1) the same pattern that was intentionally added as conceptual errors in Cmap and (2) the level of difficulty classified for Cmap contents. These results highlight the importance of a well-planned instructional design when proposing Cmap with conceptual errors as assessment tool. The level of complexity imposed by the content could not be too overwhelming for the students; otherwise, the cognitive demand imposed by searching and identifying conceptual errors would not have been achieved.

4.1 *Effects of adding errors and declarative knowledge in students reading strategies*

The possibility of reading a Cmap in different ways and the need to establish the reading sequence generates an additional cognitive demand that may compromise learning outcomes. In order to explore the effect of reading strategies (RS) during information seeking task we recorded the eye movements in AOI by content and conceptual errors. The main result revealed a slight difference between the experimental conditions. For most of the AOI, the addition of conceptual errors somehow affected the students interaction with the Cmap.

After adding errors in propositions 3 (*educational situation – are equally understood by → learner/teacher*) and 6 (*situated learning – is desirable in → educational situations*), students spent more time on these AOIs. Both propositions referred to ‘educational situations,’ and they were considered as easy issues. Apparently, the presence or absence of error stimulates different RS in Cmap contents. While EG focused and looked more often for areas related to ‘Novak’ and ‘LIPHS’, the CG paid attention to different contents, such as ‘Ausubel’ and ‘Threshold Concepts’. One possible explanation for this pattern is that ‘Novak’ and ‘LIPHS’ together had the most errors present in the Cmap read by EG (five). If we removed these errors and provided all corrected propositions, ‘Ausubel’ and ‘Threshold Concepts’ areas would be the easiest and troublesome contents, respectively, increasing the attention of CG. This result indicated the magnitude of being aware of possible errors during the Cmap elaboration.

Declarative domain knowledge (DK) supplies cognitive resources to process the non-linearity of information seeking task. As result, the students with HDK should have diverse RS for the same experimental conditions compared to LDK. However, for most of the AOI, the level of DK did not affect how the learners read the Cmap. The level of DK lead to a different information processing only of propositions 14 and 16. Both were added as conceptual errors in EG, and they were related to ‘teacher’. Proposition 16 (*teacher – is the only responsible for raising the → previous knowledge*) is trivial and very simple, which made HDK students spend less time processing it compared to LDK. On the other hand, proposition 14 (*teacher – never will present a → spoke structure*) is nearby to a sophisticated error, which took the HDK students longer to look for it. Besides that, the students with LDK look more often for a central area ‘Cmap’, and spent twice of the time fixed on the three most difficult Cmap AOIs (with or without error). This indicates that despite it being a difficult content to process, LDK required a greater cognitive effort into it.

4.2 *The use of Cmap with conceptual errors as evaluation tool*

The main results show that HDK students perform better on conceptual errors appointments not only when presented with Cmap with errors (EG) but also without them (CG). In the case of EG, positive global scores indicate that HDK learners pointed correctly the errors presented in most of the areas. A close look at this data shows that most students with HDK had minor false negative appointments (*i.e.*, proposition that are correct but pointed as wrong). In contrast, the LDK not only missed the wrong propositions, but also scored higher on false negative appointments. The results were close to zero or negative scores for these learners.

In the case of CG (only correct propositions), we expected scores near/below zero once all the appointments were penalized. The more negative values, the more wrong appointments the students would have done. The obvious explanations for that is the lack of content understanding. A close look at this data revealed that HDK students often have doubts not only about difficult issues, such as metacognition and pedagogic resonance, but

also about propositions that appear to be not totally understood for this group. For example, all HDK students pointed an error in proposition 35, justifying that Novak's Educational Theory rather than Ausubel's Learning Theory is the theoretical foundation of Cmaps. Despite being an easy task, we believe that this kind of confusion is only possible when you fully understand both theories and perceive that in several points, they are similar. On the other hand, the LDK had high negative values, indicating that the Cmap errors appointment supports the questionnaire results.

Apparently, there is potentiality in presenting Cmap with or without conceptual errors as an evaluation tool. We found greater gap between the levels of DK when the students had to seek wrong propositions that were there (Cmap II with errors). It seemed that not founding an error (because they do not exist; Cmap I with no errors) was somewhat discouraging. In some cases, especially among HDK in CG, the students continuously searched for an error even when they did not found one. They completed the task when they found a proposition about which they have doubts, although it was not necessarily wrong. For this reason, we believe that presenting a well-thought Cmap with conceptual errors intentionally is much more effective in assessing the learners' declarative knowledge.

5 Acknowledgements

The authors thank CNPq (Grant # 486194-2011-6, National Counsel of Technological and Scientific Development) and FAPESP (Grant # 2012/22693-5, São Paulo Research Foundation) for funding our research group. J. G. A. thanks CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for his scholarship.

References

- Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hay, D. B. (2007). Using Concept Maps to Measure Deep, Surface and Non-learning Outcomes. *Studies in Higher Education*, 32(1), 39-57.
- Henno, I. & Reiska, P. (2008). Using Concept Mapping as Assessment Tool in School Biology. In: A. J. Cañas, J. D. Novak, P. Reiska & M. K. Ahlberg (Eds.), *Concept Mapping: Connecting Educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 682-688). Tallinn, Estonia. Tallinn University.
- 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), 43-57.
- Kinchin, I. M., Lygo-Baker, S., & Hay, D. B. (2008). Universities as Centres of Non-learning. *Studies in Higher Education*, 33(1), 89-103.
- 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(4), 548-571.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. 2nd Ed. NY: Routledge.
- Rayner, K. (1977). Visual Attention in Reading. Eye Movements Reflect Cognitive Process. *Memory & Cognition*, 5(4), 443-448.
- 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.
- Salmerón, L., Baccino, T., Cañas, J. J., Madrid, R. I., & Fajardo, I. (2009). Do Graphical Overviews Facilitate or Hinder Comprehension in Hypertext? *Computers & Education*, 53(4), 1308-1319.
- Schmid, R. F. & Telaro, G. (1990). Concept Mapping as an Instructional Strategy for High School Biology. *Journal of Educational Research*, 84(1), 78-85.
- Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A. & Wiley, E. W. (2005). Windows into the Mind. *Higher Education*, 49(4), 413-430.

LA EVALUACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES: ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS Y SU APLICACIÓN EN UN CASO PRÁCTICO

*Ernest Prats, Universitat de les Illes Balears, España
Email: ernest.prats@uib.es*

Resumen. La evaluación de los mapas conceptuales es un tema recurrente en la literatura científica sobre la organización gráfica del conocimiento. La experiencia que presentamos recoge la aplicación de una serie de instrumentos de evaluación a los alumnos de un grupo de un curso en modalidad e-learning dedicado a la creación de mapas conceptuales. Después de analizar la literatura científica existente, se optó por seleccionar tres instrumentos de evaluación: el creado originalmente por Novak y Gowin y dos de los empleados en el marco del proyecto Conéctate al Conocimiento, desarrollado en Panamá. Cada uno de los tres instrumentos seleccionados se aplicó a los mapas del grupo muestra (n=24). Se analizaron sus resultados desde diferentes puntos de vista y se evaluó la posibilidad de hacer cambios en ellos. Esto se hizo con dos de los instrumentos seleccionados. Después de finalizado el proceso de aplicación de los instrumentos, se procedió a un análisis pormenorizado de los mismos, tanto de forma individual como en conjunto. Finalmente, se establecieron unas conclusiones y se propusieron unas líneas de investigación para el futuro.

Palabras clave: Mapas Conceptuales, CmapTools, Evaluación, Conéctate al Conocimiento.

1 Introducción

La evaluación de los mapas conceptuales (a partir de ahora, mc) es un tema que ha generado numerosa literatura científica desde el mismo momento de su origen. Así, el tema ya se desarrollaba en la primera gran obra dedicada al tema y publicada originalmente en 1984 (Novak & Gowin, 1988). A partir de entonces, y especialmente en las comunicaciones presentadas en los Congresos de Mapas Conceptuales (CMC), se han mostrado numerosos instrumentos para evaluar mc. Como es de suponer, nuestra intención no es hacer un análisis completo y pormenorizado de ellos, sino más bien centrarnos en unos pocos.

La experiencia se ha realizado con los mc elaborados en un curso de formación en modalidad e-learning. Los destinatarios eran maestros y profesores que impartían su docencia en enseñanza no universitaria. El contenido de la actividad tenía como finalidad aprender los conceptos elementales de los mc y cómo crearlos con el programa CmapTools (desarrollado por el IHMC). La mencionada actividad de formación se ha realizado en 19 ocasiones, desde el curso 2008-09 hasta la actualidad.

Nuestra investigación se basa en el análisis de tres instrumentos concretos (Novak & Gowin, 1989; Cañas et al., 2006; Miller, 2008; Miller & Cañas, 2008). Se han aplicado a un grupo muestra y se han analizado los resultados. A continuación, se han realizado, si se ha considerado necesario, cambios en los mismos y se han vuelto a aplicar al grupo muestra, para extraer unas conclusiones.

2 La evaluación de mapas conceptuales

Como se acaba de mencionar, el tema de la evaluación de los mc ya figuraba en la primera gran obra dedicada a los mismos (Novak & Gowin, 1988), donde figura lo siguiente: "*Los mapas conceptuales pueden parecerse a un cuadro: gusta o no gusta. Algunos profesores se contentan con un juicio simple y cualitativo de los mapas conceptuales de los estudiantes. En el transcurso de nuestros primeros trabajos se nos preguntaba a menudo: ¿Cómo se puntuaban los mapas conceptuales elaborados por los niños?*" (p.120).

Lo primero que hicimos al iniciar fue un análisis de la bibliografía existente sobre el tema. El gran volumen de la misma hizo que nos centrásemos en unas pocas fuentes, en concreto cuatro:

1. La ya mencionada obra de Novak y Gowin (1989).
2. El estudio de los modelos de evaluación del IHMC. Publicado en 2003 (Coffey et al., 2003), es una recopilación de muchos de los instrumentos publicados hasta entonces. Nos ha sido de especial utilidad una de las propuestas analizadas (McClure, Sonak, & Suen, 1999), por la comparación que hace entre diferentes instrumentos.

3. Criterios para evaluar mapas conceptuales (Strautmane, 2012), que recoge numerosos instrumentos para evaluar mapas conceptuales basados en tareas.
4. Instrumentos de evaluación del proyecto Conéctate al Conocimiento. El proyecto (Tarté, 2006) se desarrolló en Panamá entre los años 2004 y 2009, y existe una amplia bibliografía sobre el mismo. Para evaluar mc se utilizaron, entre otros, dos instrumentos: la taxonomía topológica (Cañas et al., 2006; Miller 2008) y la rúbrica de evaluación semántica (Miller, 2008; Cañas & Miller, 2008)

Después de realizado el análisis de las fuentes bibliográficas antes mencionadas, se optó por seleccionar tres instrumentos distintos: el instrumento de evaluación propuesto por Novak y Gowin, la taxonomía topológica y la rúbrica de evaluación semántica, estos dos últimos del proyecto Conéctate al Conocimiento.

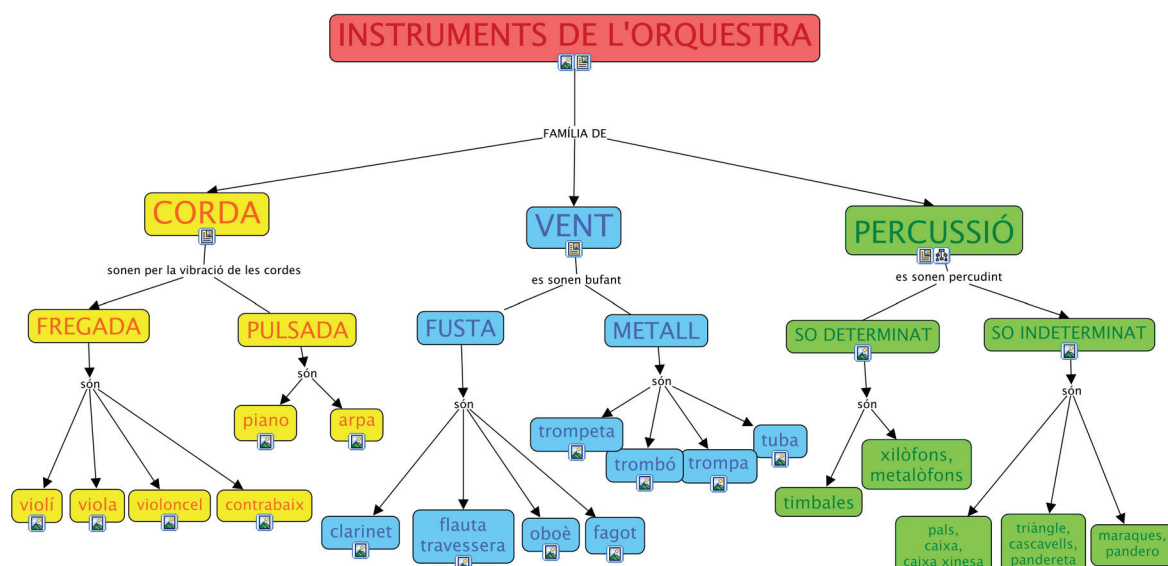


Figura 1: MC del curso, dedicado a los instrumentos de la orquesta

3 Contextualización y selección de la muestra

3.1 Contextualización: Un curso en formato e-learning sobre mapas conceptuales

Nuestra investigación evalúa mapas conceptuales creados en un curso de formación on-line dedicado a enseñar a los docentes los conceptos elementales relacionados con los mc, su creación con el programa CmapTools y sus posibles aplicaciones en el aula. El mencionado curso lleva como título *Elaboració de mapes conceptuels amb CmapTools* (Elaboración de mapas conceptuales con CmapTools) y somos los autores de los materiales del mismo (Prats, 2007).

Forma parte de un programa de formación a distancia que se viene desarrollando por parte de la *Conselleria d'Educació i Cultura* de las islas Baleares (España) desde el curso 1999-2000. El mencionado programa ha pasado a lo largo de los años por diferentes fases, pero en líneas generales puede decirse que sus actividades son bien valoradas por los participantes en las mismas, y que el nivel de finalización exitosa supera el 85%.

Los destinatarios de estas actividades de formación son siempre docentes en activo de los niveles de enseñanza no universitaria en todas sus variantes. Se trata, por tanto, de actividades de *formación permanente del profesorado*, destinadas a mejorar su formación y a ofrecerles nuevos instrumentos para aplicar en el aula. Su temática es variada, si bien la mayoría de ellos están relacionados con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Se han ofertado, desde los orígenes del programa, hasta 45 actividades distintas.

Los materiales de formación empleados en los cursos han tenido, durante muchos años, el mismo formato: un tutorial, en formato PDF, con una secuenciación de actividades. Recientemente se está optando por ofrecer unas estructuras de cursos y unos materiales distintos, más en consonancia con las posibilidades ofrecidas actualmente por la web 2.0. En nuestro caso concreto, hemos optado por la utilización de video-tutoriales y video-presentaciones siguiendo el modelo que ya expusimos hace un tiempo (Prats, 2012). Dejamos para un estudio futuro el análisis pormenorizado de la nueva estructura del curso.

3.2 Población y selección de la muestra

Como ya se ha comentado con anterioridad, la mencionada actividad de formación se ha realizado ya en 19 ocasiones (2007-14). Por tanto, la muestra de mc de que se dispone es significativa, superando los 400. Lo que estamos presentado es la primera fase de un estudio mucho más amplio, y por ello se ha optado por trabajar con un solo grupo (n=24). Para su selección, se decidió escoger al azar uno de entre los diez primeros. El seleccionado fue el grupo Cmap06. Todos los mc se han analizado de forma anónima. Queremos resaltar que los mc se han analizado como *tales*, al margen del nivel dónde impartía docencia su autor o autora o de cuál era su especialidad académica. Nuestro foco de interés ha estado todo el tiempo en los propios mc, sin analizar otros tipos de variables.

4 Aplicación de los instrumentos

El proceso de aplicación de los instrumentos fue el mismo en los tres seleccionados:

1. En la **primera fase cualitativa**, se examinan los mapas uno por uno, aplicando cada vez un criterio distinto de cada uno de los tres instrumentos seleccionados. Para evitar posibles errores en esta fase del proceso, todo él se repite dos veces.
2. Una vez recopilada la información para cada uno de los instrumentos, se inicia la **primera fase cuantitativa**. Los resultados se copian a hojas de cálculo de Excel, algunas de ellas creadas por nosotros mismos, y otras pertenecientes al proyecto Conéctate al Conocimiento. Se trasladan los datos de las hojas de cálculo generadas en Excel al programa estadístico SPSS para la aplicación diferentes técnicas fórmulas, calculando medidas de tendencia central y la dispersión. Es en esta fase cuando se buscan posibles problemas en los instrumentos, que se corrigen.
3. La **segunda fase cualitativa** supone el análisis de los datos proporcionados en la fase cuantitativa anterior, y una nueva revisión de los mapas conceptuales, para poder comprobar si todos los criterios aplicados son los correctos. A partir de ello, se rediseñan dos de ellos, y se vuelven a aplicar al total de los mapas conceptuales de la muestra. Como es lógico, sólo se aplican los nuevos criterios.
4. En la **segunda fase cuantitativa** se copian los nuevos datos a las hojas de cálculo de Excel, modificando todas aquellas fórmulas que se ven afectadas por la introducción de nuevos criterios a evaluar. Se trasladan otra vez los datos a SPSS y se vuelven a aplicar las mismas fórmulas que en la fase anterior.
5. A partir de los datos obtenidos en cada una de las fases antes mencionadas, se pasa al **análisis de resultados**, que se comentará más adelante.

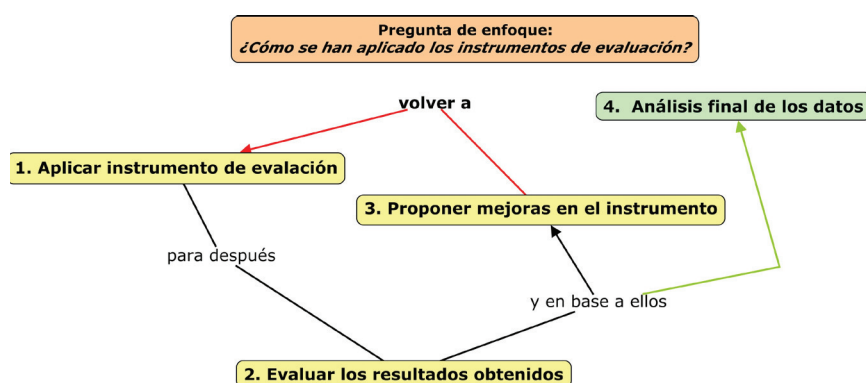


Figura 2: Proceso de aplicación de los instrumentos de evaluación

5 Análisis de los instrumentos a partir su estudio individualizado

Los instrumentos para evaluar mapas conceptuales se pueden clasificar desde diferentes puntos de vista. En nuestro caso concreto, hemos optado por una clasificación en dos grandes grupos:

- **Instrumentos topológicos:** Su foco de atención se centra en los elementos que forman el propio mapa conceptual. Dicho de otra manera, se analiza su estructura.
- **Instrumentos semánticos:** El centro de interés es más el contenido propiamente dicho del mapa conceptual que no su estructura.

A pesar de esta clasificación, sea de decir que hay momentos en que los instrumentos topológicos analizan factores semánticos, y viceversa. Además, pueden construirse instrumentos que aúnen las dos visiones, si bien esto no es sencillo.

5.1 Instrumento topológico de Novak y Gowin

Fue el primer instrumento publicado (1984) para la evaluación de mapas conceptuales, y fue creado por Joseph D. Novak (Novak & Gowin, 1989). Es un instrumento sencillo, y de fácil aplicación. Ha sido objeto de modificaciones posteriores por parte de diferentes autores, especialmente en lo que afecta al sistema de asignación de puntuaciones. En nuestro caso, hemos optado por aplicar la versión original del instrumento en la primera fase del estudio, para después hacer cambios en ella. Al mismo tiempo, y en la línea de otros instrumentos, hemos establecido una categorización de los mapas, según la puntuación total obtenida.

La gran dispersión de los valores que provoca la aplicación de este instrumento, al no establecer límites de puntuación en los diferentes criterios, ha hecho que el análisis de la tabla de frecuencias de unos valores de dispersión muy elevados, lo que dificulta su comparación con los otros instrumentos.

Después de aplicarlo, se vio que el instrumento presentaba algunas carencias. Según nuestra opinión, se debía añadir un criterio que recogiese la existencia de recursos asociados a los conceptos, vista la importancia que tienen éstos, y muy especialmente en un programa como CmapTools. En un primer análisis, se aplicó un punto para cada recurso. Al analizar los datos, se vio que este valor distorsionaba los resultados finales. Por ello se hizo un nuevo intento, pero asignando 0,5 puntos por recurso.

Tabla 1. Análisis estadístico de la 2ª aplicación de los criterios de Novak y Gowin (Elaborado con SPSS)

	Proposiciones	Jerarquía	Enlaces Cruzados	Ejemplos	Recursos	Total
Media	14,96	11,46	,83	2,71	5,8750	35,83
Mediana	13,50	10,00	,00	,00	5,5000	34,00
Moda	13	10	0	0	1,50	29
Desv. típ.	7,056	4,773	2,823	4,859	3,72492	11,466
Varianza	49,781	22,781	7,971	23,607	13,875	131,471
Rango	28	15	10	19	12,50	49
Mínimo	2	5	0	0	,00	16
Máximo	30	20	10	19	12,50	65

Se optó también por establecer una categorización en base al total de puntos obtenido por cada mc. Los valores finales seleccionados fueron los siguientes:

- Nivel muy bajo: 0 a 9 puntos
- Nivel bajo: 10 a 19 puntos
- Nivel intermedio: 20 a 29 puntos
- Nivel alto: 30 a 39 puntos
- Nivel muy alto: 40 puntos o más

Del análisis de los datos obtenidos, se deduce que la mitad de los mc (50%) forman parte del nivel intermedio, seguido por los de nivel alto (29%). Con valores inferiores aparecen los de nivel muy alto y los de nivel bajo (véase la figura 3).

5.2 Taxonomía topológica

Este instrumento, junto con el siguiente, fue diseñado para evaluar los mapas del proyecto Conéctate al Conocimiento (Panamá). Tiene como función analizar la estructura topológica de un mapa conceptual, como también hacía el anterior (Cañas et al., 2006; Miller, 2008).

Desde un punto de vista de su diseño, son muy distintos, especialmente a la hora de establecer los valores de la puntuación. Además, presenta criterios estrictos para poder asignar un mapa conceptual a una determinada categoría.

Al aplicarse un sistema de puntuación propio, que no tiene nada que ver con su valor numérico, un análisis estadístico del criterio “Puntuación” no se considera adecuado. Desde otro punto de vista, este instrumento presenta unos valores de dispersión mucho menores que el analizado anteriormente, con lo que consideramos que se facilitan las comparaciones.

Tabla 2: Análisis estadístico de la 2ª aplicación de la taxonomía topológica (Elaborado con SPSS)

	Conceptos	Frases de enlace	Ramificación	Profundidad	Enlaces cruzados	Recursos	Puntuación
Media	15,67	12,67	7,71	3,38	,08	1,58	41,08
Mediana	16,00	13,00	8,00	3,00	,00	2,00	41,00
Moda	16	13	8	3	0	2	41
Desv. típ.	,482	,565	,908	,495	,282	,584	2,083
Varianza	,232	,319	,824	,245	,080	,341	4,341
Rango	1	2	4	1	1	2	9
Mínimo	15	11	5	3	0	0	36
Máximo	16	13	9	4	1	2	45

Una vez superadas las dificultades que comporta la modificación de un instrumento como éste, con una estructura cerrada, y después de proceder a un primer análisis de resultados, se planteó la posibilidad de añadir un nuevo elemento que valorase la existencia o no de recursos asociados a un mc. Consideramos que los recursos son un elemento enriquecedor de los mc, especialmente si estos se crean con el programa CmapTools. Para el nuevo criterio, *Existencia de recursos*, se establecieron los siguientes valores:

- (0) No hay recursos
- (1) Entre 1 y 10 recursos.
- (2) 11 o más recursos

A mismo tiempo, se tuvo que modificar la puntuación por categorías y establecer a cuáles de ellas afectaría el criterio. Los criterios están asociados a las categorías, es decir, que para pertenecer a una determinada debe obtenerse una determinada puntuación y cumplir todos los requisitos de la mismas. En nuestro caso concreto, los recursos sólo puntuaban a partir del nivel 4.

El análisis de los resultados obtenidos nos demuestra que los valores más altos corresponden al nivel 3 (37%), seguido del nivel 4 (29%) y del nivel 2 (21%). Los resultados se muestran en la figura 4. Si se comparan con los de la figura 3, puede verse que, a pesar de existir diferencias entre los resultados de dos instrumentos, éstas no son muy marcadas, y que ambos muestran tendencias semejantes.

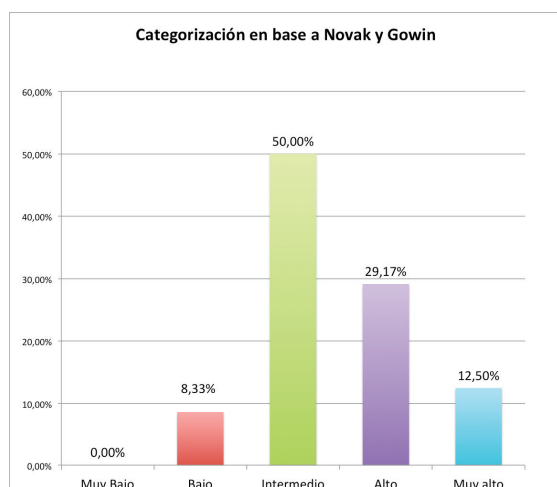


Figura 3. Resultados obtenidos con el instrumento de Novak y Gowin modificado

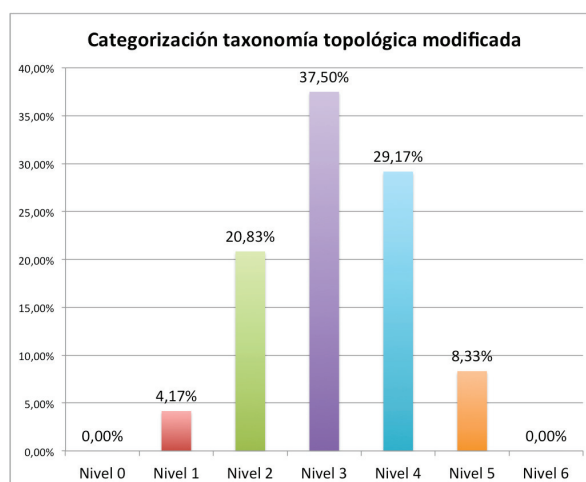


Figura 4. Resultados obtenidos con la taxonomía topológica modificada

5.3 Rúbrica de evaluación semántica

Si los dos instrumentos analizaban la topología del mapa conceptual, es decir los aspectos de forma, el que vamos a pasar a analizar estudia la estructura semántica, es decir, la calidad de los contenidos (Miller, 2008; Miller & Cañas, 2008). El instrumento se aplicó una sola vez, pero incluyendo al mismo tiempo las dos variantes existentes del criterio 6:

- Presencia de ciclos
- Jerarquía de conceptos

Después de haber aplicado anteriormente los dos instrumentos anteriores diferentes veces, conocíamos el contenido de los mapas conceptuales de la muestra y estábamos casi convencidos de la inexistencia de ciclos, por las dificultades que comportan (Safayeni, Derbentseva, & Cañas, 2005). Por ello, se decidió evaluar al

mismo tiempo las dos variantes del criterio. Finalmente, se vio que no existía ninguno que presentase alguna estructura cíclica, por lo que se procedió a su eliminación y se mantuvo el referido a la jerarquía de conceptos.

Ya se ha comentado con anterioridad que este documento no es fácil de aplicar. Un instrumento semántico implica un análisis detallado de cada uno de los elementos del mapa conceptual, lo que, unido a la dificultad de la aplicación de algunos de los criterios, hace su aplicación sea muy lenta.

Tabla 3: Resultados obtenidos con la rúbrica de evaluación semántica modificada

	Concep.	Estruc. Propos.	Prop. Errón.	Prop. Dinám	Enlac. Cruz.	Jerar. Conc.	Total	Nivel
Válidos	24	24	24	24	24	24	24	24
Media	2,21	1,54	1,54	,38	1,17	1,17	8,00	2,50
Mediana	2,50	2,00	2,00	,00	1,00	1,00	9,00	3,00
Moda	3	2	2	0	1	2	9	3
Desv. típ.	,977	,779	,833	1,013	,761	,816	3,526	1,063
Varianza	,955	,607	,694	1,027	,580	,667	12,435	1,130
Rango	3	2	2	3	4	2	15	4
Mínimo	0	0	0	0	0	0	1	1
Máximo	3	2	2	3	4	2	16	5

De entre los criterios que incluye la rúbrica semántica, aquellos que han presentado unos resultados más bajos han sido la existencia de proposiciones dinámicas (concepto complejo incluso para los aplicadores del instrumento) y la existencia de enlaces cruzados.

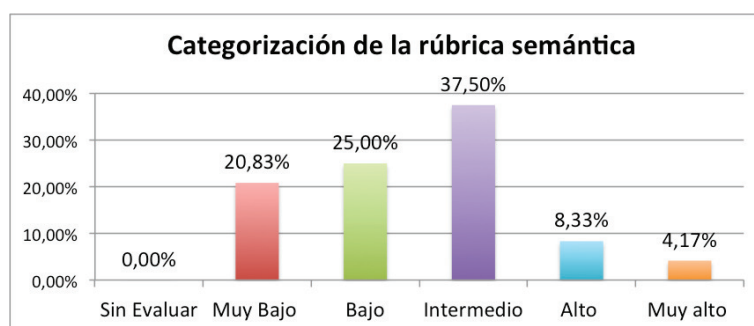


Figura 5. Resultados obtenidos con la rúbrica de evaluación semántica

Si examinamos la figura 5, veremos que los resultados de aplicación de la rúbrica semántica son inferiores a los de los dos instrumentos anteriores. Aquellos analizaban los mc desde un punto de vista topológico, y en cambio éste lo hace desde un punto de vista semántico. Como es lógico, uno de los mayores retos que presentan los mc es tener una estructura de contenidos (es decir, semántica), buena.

6 Análisis de los instrumentos en su conjunto

a) Usabilidad

- Entendemos la usabilidad en un doble sentido: la facilidad de uso de los instrumentos y en la interpretación de los resultados obtenidos.
- El que mayor usabilidad presenta es la herramienta original de Novak y Gowin. Es de aplicación sencilla y sus resultados son fáciles de interpretar. Su inconveniente se encuentra en el hecho de no establecer límites de puntuación en los criterios, ni ofrecer categorías. Es fácil de modificar, tal como ya han hecho muchos autores, pero no conocemos ninguna de ellas que haya llegado a un punto de equilibrio.
- La taxonomía topológica es muy útil, pero es un instrumento cerrado, con criterios de categorización preestablecidos y unos parámetros de calificación de son difíciles de modificar.
- La rúbrica semántica es de aplicación compleja y lenta, al tenerse que analizar el contenido de los mapas, y sus criterios de aplicación son, en algún caso, de difícil comprensión.
- Los tres instrumentos tienen un elemento en común por lo que se refiere a su aplicación: esta es lenta, pues deben analizarse manualmente distintos factores de un mc uno a uno, y anotar su puntuación. Por tanto, el factor “tiempo a dedicar” es elevado en todos los casos, y muy especialmente en la rúbrica semántica.

b) Datos obtenidos

- El instrumento de Novak y Gowin presenta grandes oscilaciones en sus valores numéricos. Además, el hecho de valorar los mc que contengan gran cantidad de conceptos y ejemplos no consideramos que sea lo más apropiado, pues se penalizan otros aspectos del mc.
- La taxonomía topológica no presenta ninguno de los problemas mencionados. Nos da un valor final, y asigna el mapa a una categoría. También los resultados de los diferentes criterios que lo forman pueden analizarse forma individual. Lo que acabamos de decir es también aplicable a la rúbrica semántica (recordemos que ambas son instrumentos de evaluación del proyecto Conéctate al Conocimiento).

c) Realización de cambios

- El instrumento propuesto por Novak y Gowin se puede modificar sin problemas, añadiendo nuevos criterios o modificando los ya existentes. De todas maneras, los cambios deben realizarse con cuidado, pues los resultados pueden acabar distorsionados.
- La taxonomía topológica no fue diseñada para realizar cambios en ella. En nuestro caso, el proceso de añadir un nuevo criterio fue realmente complejo. En el caso de la rúbrica semántica optamos por no hacer ninguna modificación.

d) Usuarios de la herramienta

- Debemos hacer una advertencia previa: la aplicación de cualquier instrumento de evaluación requiere dos cosas: conocer los mc con una cierta profundidad, y pasar por una fase de *entrenamiento*. Después de dicho esto, queremos señalar que la herramienta de Novak y Gowin puede ser aplicada por cualquiera, incluso por alumnos de enseñanza obligatoria, a partir de un determinado nivel.
- La taxonomía topológica y la rúbrica semántica *son instrumentos de investigación*, y como tales deben entenderse. Es decir, para ser aplicados por expertos dentro de un proceso de investigación.

7 Conclusiones

- La presente investigación es el inicio de un proceso mucho más amplio, por lo que las conclusiones que presentamos pueden variar en un futuro. En un principio, teníamos previsto aplicar algún instrumento más, pero la complejidad del proceso de análisis de los datos y la necesidad de modificar los instrumentos nos hizo desistir de ello.
- Creemos que los resultados obtenidos a lo largo del proceso nos demuestran que los instrumentos de evaluación empleados son válidos, cada uno con las limitaciones que hemos ido señalando. La modificación de los instrumentos se nos ha presentado como un proceso largo y complejo, cosa que no estaba prevista cuando iniciamos la investigación, pero pensamos que era necesario hacerlo.
- La aplicación de todos los instrumentos, especialmente la rúbrica de evaluación semántica, ha sido lenta, pues esta última implica un análisis en profundidad de los contenidos del mapa.
- Una de las preguntas que nos planteamos al iniciar el proceso de investigación fue si existía un instrumento de evaluación válido para cualquier mapa conceptual. Creemos que no. Lo que sí que podemos señalar es que, como mínimo, cualquier instrumento debería incluir: la estructura proposicional, la estructura jerárquica, los niveles de ramificación y la inclusión de recursos (como aspectos topológicos), además de otros de tipo semántico.

En futuras investigaciones, dentro de la línea de la evaluación de los mc, pensamos que debemos incidir en algunos aspectos como:

- El análisis de más instrumentos de evaluación. En nuestro caso nos hemos limitado a tres de ellos, pero conocemos otros que pueden proporcionar resultados significativos.
- El uso de instrumentos de evaluación automatizados, como sería el caso de CmapAnalysis (Cañas, Bunch, Novak, & Reiska, 2013). Esto es especialmente importante si tenemos en cuenta que nuestra intención es ampliar la población hasta llegar a cubrir la totalidad de los generados en el curso que se ha usado como base (son ya más de 400).
- Y, quizás la más importante de todas, y la más ambiciosa: la creación de un nuevo instrumento de evaluación, que parta siempre de la experiencia acumulada por los ya existentes, y que recoja, al mismo tiempo, aspectos topológicos y semánticos. Además, estamos evaluando la posibilidad de que tenga una estructura que permita una aplicación a distintos niveles educativos.

Agradecimientos

Esta comunicación se basa en nuestro Proyecto de Fin de Máster en *Tecnología Educativa: e-learning y gestión del conocimiento* (Prats, 2013). Queremos agradecer la ayuda prestada a lo largo de todo el proceso por parte del doctor Jesús Salinas, tutor del mencionado PFM y actual director de mi Tesis Doctoral.

Referencias

- Cañas, A., Bunch, L., Novak, J., & Reiska, P. (2013). Cmapanalysis: an extensible concept map analysis tool. *JETT*, 4(1), 36–46. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4264779>
- 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 *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the 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>
- 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.
- Miller, N. L. (2008). *An exploration of computer-mediated skill acquisition in concept mapping by in-service Panamanian public elementary schoolteachers*. 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.), *3rd Int. Conference on 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. (2007). Materials de formació. Elaboració de mapes conceptuels amb CMapTools. Conselleria d'Educació i Cultura. Retrieved from <http://weib.caib.es/Formacio/distancia/Material/cmap/guia.htm>
- Prats, E. (2012). El Uso de Video-Presentaciones Creadas con CmapTools en la Modalidad de Formación On-Line: un Estudio Preliminar. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 196–203). Valetta, Malta: University of Malta. Retrieved from <http://eprint.ihmc.us/214/>
- 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>
- Safayeni, F., Derbentseva, N., & Cañas, A. J. (2005). A theoretical note on concepts and the need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741–766. doi:10.1002/tea.20074
- 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. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 80–88). Valetta, Malta: University of Malta. Retrieved from <http://eprint.ihmc.us/219/>
- Tarté, G. (2006). Conéctate al Conocimiento: Una Estrategia Nacional de Panamá Basada en Mapas Conceptuales. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. (Vol. 1, pp. 144–152). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Retrieved from <http://eprint.ihmc.us/159/>

MAPA DE RUTA PARA APRENDER EN EL SG. XXI CONECTAD@S E INTERACTUANDO

Mikel Agirregabiria Agirre, Dpto. Educación Gobierno Vasco; Gasteiz-País Vasco

Lorea Aretxaga Bedialauneta & Josi Sierra Orrantia, BN Bilbao-País Vasco

Regina Gonçalves Cavalcanti Univ. Bandeirantes Sao Paulo Brazil

Email: josieror@gmail.com

Abstract. Esta propuesta pretende fomentar el debate educativo y la conversación en la red, sobre las maneras de aprender hoy en día, conectad@s e interactuando de manera horizontal; repasando las diferentes corrientes y tendencias educativas actuales, para hacer un ejercicio de prospectiva por donde pueden ir las cosas en los próximos años. A modo de botón de muestra se repasan algunas experiencias que podemos ver como buenas prácticas en diferentes niveles de utilización de Internet, la nube y las redes sociales. Como conclusión, para seguir debatiendo, se plantea un mapa de ruta, para que tengamos algunas pistas por donde seguir avanzando. Una innovación de esta comunicación es que sus referencias son nativas digitales, es decir, materiales pensados para y realizados en la red.

Palabras Claves: Mapas Conceptuales, Internet, Mapa de ruta

1 Introducción

En los últimos años se ha dado una evolución de diferentes **tendencias pedagógicas**, ya anunciadas a lo largo del sg. XX. Pero lo que se ha **acelerado** de manera exponencial es la velocidad de **conexión** y de **interacción** entre las **personas** que **investigan**, las que **divulgan**, **escriben** y **publican**, y simultáneamente entre quienes intentan llevar a la **práctica** estos planteamientos educativos.

1.1 Antecedentes psico-pedagógicos del sg. XX

El siglo XX ha dado pedagogos fructíferos como **Vigostky** que tuvo el acierto de definir la **Zona de Aprendizaje Próximo**, el espacio de interacción social que constituye la base del desarrollo humano, al permitir la interiorización del **lenguaje**, y con este, los valores de la **cultura** del grupo.

Piaget y Bruner comparten la idea de que el aprendizaje es un proceso continuo de creación que se produce en un contexto social y de relación, así como que los nuevos aprendizajes se sustentan en los previos.

Carl Rogers y Abraham Maslow aquilataron las teorías **humanistas**, opuestas a los conductistas y psicoanalíticos. Su enfoque propone “la creación de contextos y actividades que ayuden al alumnado a pensar y descubrir los valores propios”.

Deci y Ryan enuncian la teoría de la **autodeterminación** (self-determination theory 1985) planteando las 3 condiciones psicológicas que favorecen el pleno desarrollo de los seres humanos: **competencia**, **autonomía** y **vinculación**.

Gardner plantea una inteligencia susceptible de ser entrenada y mejorable, en contraste con el concepto clásico de inteligencia cristalizada y estática en calidad y cantidad;. Y habla de **inteligencias múltiples** actuando en interacción, planteando que la colaboración entre personas permite compartir distintas formas de proponer soluciones a los problemas.

Seguimos el relato digital de **Manuel Segura** que nos resume con profundo conocimiento de causa, las diferentes oleadas educativas, que en primera persona pudo vivir el mismo, conociendo a casi todos los autores de las mismas. Este pedagogo granadino con gran conocimiento acumulado por su larga vida profesional nos resumía en estas 4 oleadas las fases de la pedagogía del sg XX:

- 1 Aprender a Pensar
- 2 Educación Emocional
- 3 Educación en Valores Morales
- 4 Habilidades Sociales

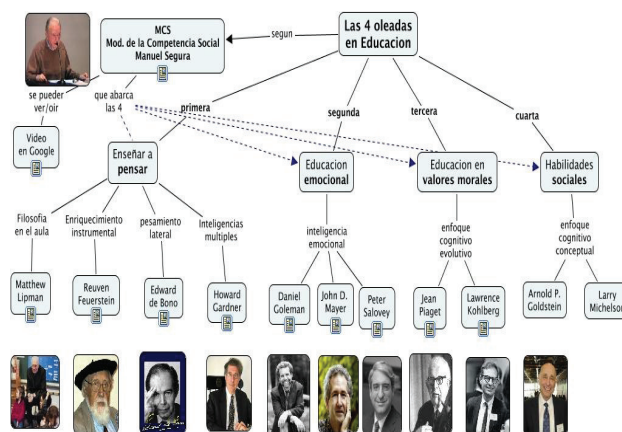


Figura 1. Oleadas educativas del sg. XX según Manuel Segura (2007)

1.2 Las Tendencias del sg. XXI

Linda Castañeda y Jordi Adell cuando nadie se plantea educar SIN tecnología, intentan resumir las tendencias de este nuevo siglo, en su libro sobre nuevas maneras de aprender: “Desde nuestra perspectiva, el tema de los PLE es a la vez un **punto de inflexión** y un **nodo** de confluencia en todas las discusiones y prácticas referidas a aprender con tecnología. Decimos que se trata de un punto de inflexión porque una vez planteada la **naturaleza** del concepto y el **contexto tecno-social** en el que se desarrolla, proponemos claramente la urgencia de un **cambio** en la dirección en casi todos los aspectos relacionados con la educación y el aprendizaje, desde el **rol** de los sujetos que participan en el proceso, el **papel** de la comunidad que aprende, pasando por la **organización** de los centros de educación formal, el **reconocimiento** de la educación no formal e informal, los **itinerarios**, las **metodologías**, e incluso las **finalidades** mismas de la educación.”.

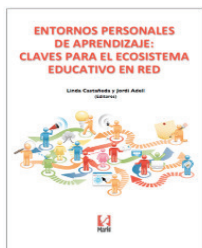


Figura 2. Libro co-editado por Castañeda & Adell sobre PLE's

2 Los elementos fundamentales

Este trabajo coincide con los elementos destacados por el profesor **Pérez Gómez** en su libro “Educarse en la Era digital”, que resumió acertadamente en este resumen de su exposición realizada en Bilba “Prácticas educativas relevantes en la era digital”. Señalamos los aspectos más relevantes a los que se enfrenta la escuela en estos nuevos tiempos: “La escuela heredada del siglo XIX y XX es obsoleta y no responde a las exigencias del sg XXI. La sociedad ha cambiado de manera radical mientras que la escuela sigue utilizando patrones, marcos y estrategias y modos de aprender a aprender de aquella época.

No sirve para desarrollar las capacidades de orden superior que requiere el mundo complejo cambiante en que vivimos, vivimos en la sociedad de la información, saturados de información rodeada de incertidumbre, y los niños tienen que aprender a aprender a lo largo de toda la vida, a comprenderse a sí mismos en esa complejidad. Tenemos recuperar el sentido y la finalidad de la escuela para la sociedad de hoy. El currículo basado en disciplinas, y concebir que la finalidad de la escuela es enseñar disciplinas, no responde a las exigencias actuales: tenemos que repensar la finalidad de la escuela que ahora más que nunca debe ser desarrollar las cualidades humanas que consideramos valiosas en todos los niños y las niñas.

Pero tendremos que empezar a decidir qué conocimiento nos ayuda a re-desarrollar esas competencias en los niños: por ejemplo la reproducción memorística de datos y de hechos no puede ser el objetivo: las informaciones se multiplica de manera exponencial cada poco. Y es el eslabón inferior del conocimiento, que podemos dejar a las máquinas, a las computadoras y a la nube digital: es decir al disco duro externo, porque tienen la capacidad de guardar de manera indefinida y recuperarlo rápidamente.

Pero los eslabones superiores del conocimiento como es construir esquemas, mapas mentales, evaluar, experimentar, contrastar, crear, innovar, requieren una atención de la escuela. ¿Estamos enseñando a pensar de manera aplicada, crítica y creativa? ¿Estamos enseñando a desarrollar sentimientos, emociones y actitudes? Siempre ha habido pedagogos en la historia que han explorado caminos nuevos y distintos para ser eficaces.

Estos elementos vienen avalados por las investigación aplicada como la neurociencias:

- 1 **Aprender haciendo**, no solo estudiando y repitiendo memorísticamente: lo mismo que en la vida cotidiana, en un proyecto, desarrollándolo. Gran parte de los mecanismos que utilizamos para decidir, interpretar y tomar decisiones son inconscientes, y sólo analizando nuestras vivencias, nuestra práctica aprenderemos a hacerlos conscientes: no vale hacerlo de memoria, sino **aprender haciendo**, analizando la **práctica**, la **experiencia**, nuestras **vivencias**...
- 2 El cambio ha de hacerse de **manera cooperativa**: apoyándonos unos en otros, **conectándonos en red**, con los cercanos y con los lejanos, dando los pasos para cambiar una cultura, que no se cambia por decreto, sino por convencimiento y con paciencia.



Figura 3. Conjunto de elementos y teorías que han dado lugar o sustentan el ecosistema de los PLE's en el sg. XXI.

Coinciden con la visión de Ángel Pérez los autores del libro **Entornos Personales de Aprendizaje**, dibujando en el **ecosistema** pedagógico de los PLEs la educación personalizada, el conectivismo de Siemens y Downes, la complejidad y los aprendizajes emergentes de Snowden y Boone, la heutagogía o teoría del aprendizaje libre, **Learning as a Network**, los entornos constructivistas, el aprendizaje abierto, la educación flexible, el enactivismo, junto a las aportaciones de la neurociencia (mapa y submapas albergados en la UPNA)

2.1 Pero ¿Qué son los PLE's?

Partimos de la definición de Entorno Personal de Aprendizaje avanzada por Jordi Adell en el 2009 (PLE).

En la video-entrevista publicada en Conocity, el profesor de la UJI determina de manera clara los elementos de un PLE y su organización conceptual con aspectos teóricos:

- el enfoque del **aprendizaje**,
- los **objetivos**,
- las **posibilidades** ofrecidas por Internet, para ser/construir tu **identidad digital**

Jordi explicita que un PLE no es ni un software ni una aplicación instalable, sino

- un conjunto de **herramientas**
- unos **recursos** o fuentes de información y
- una red de personas, con las que mantenerse en contacto y comunicarse en interacción.

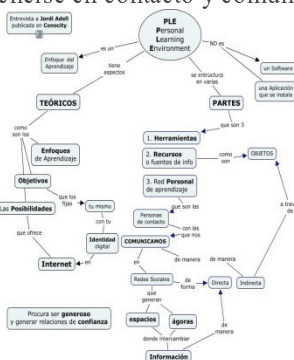


Figura 4. Definición de PLE según Jordi Adell (2009).

En el libro “Entornos personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo, co-editado y co-escrito por Adell y Castañeda hacen una definición más amplia del **PLE**, que reflejada en este mapa y plantea que el **PLE** es:

- una **idea** pedagógica sobre **cómo aprenden** las personas con tecnología
- conectando con una nueva manera de entender el conocimiento en la red, un proceso colectivo y abierto

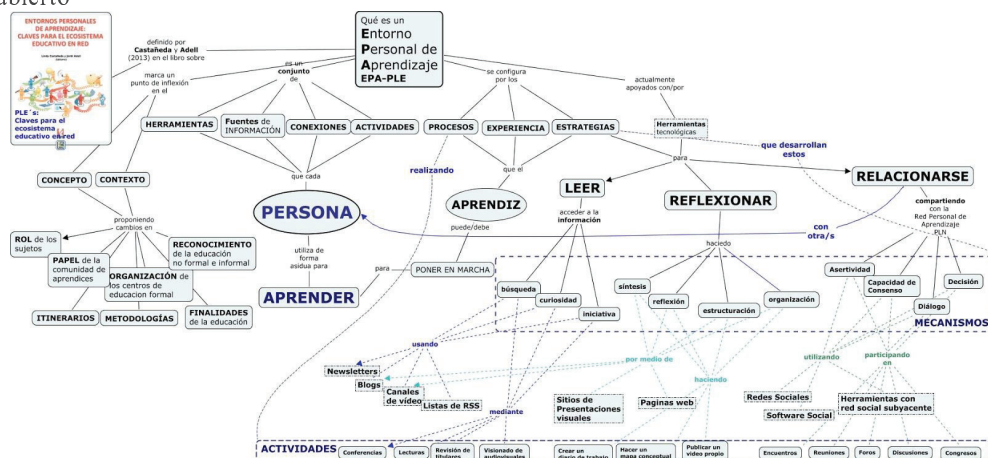


Figura 5. Visión conjunta de Castañeda y Adell de los Entornos Personales de Aprendizaje.

A lo largo del tiempo, y sobre todo gracias al trabajo de pedagóg@/s y tecnólog@/s, de debates, encuentros y jornadas de trabajo, determinan que las partes de un **PLE** son:

- 1 Herramientas y estrategias de **lectura**: fuentes de información a las que accedo en forma de objetos o artefactos (mediatecas)
- 2 Herramientas y estrategias de **reflexión**: entornos o servicios en los que puedo transformar la información (escribir, comentar, analizar, recrear, publicar)
- 3 Herramientas y estrategias de **relación**: entornos donde me relaciono con las personas de/con las que aprendo

3 Buenas Prácticas

Encontramos diferentes experiencias y prácticas de uso y aplicación de las nuevas maneras de comunicarse, personas que conectadas casi continuamente, crean objetos digitales en la red, con los que interactúan de manera horizontal con otros usuarios y aprenden, escriben y publican contenidos que interesan a otras personas.

3.1 Mobile Learning: personas que aprenden y enseñan conectadas desde diferentes lugares

Mar Camacho es una profesora de la Universidad Rovira i Virgili que lleva años fomentando las tecnologías móviles para aprender y enseñar conectados. En esta entrevista nos destaca los elementos fundamentales de mLearning:

“Actualmente todo el mundo tiene algún dispositivo móvil, que los usuarios customizan para sus necesidades, afectando a nuestra identidad cotidianamente, así como la manera de relacionarnos y trabajar con la información: actualmente aprendemos en vivo y al fresco, en cualquier hora y desde cualquier lugar. Se mezcla el concepto de enseñanza formal, no formal e informal, desdibujando sus fronteras. Al utilizar las redes sociales estamos aprendiendo de los demás y con los demás. En nuestros PLE’s incluimos estos aprendizajes, que no concuerdan con los de las instituciones educativas.”

El reto de los educadores es ver cómo podemos utilizar el enorme potencial de los aparatos móviles para conseguir que el alumnado haga aprendizajes significativos, para afianzar los conocimientos que ya tiene el alumnado.

Se puede pedir al alumnado que grabe su voz en actividades de lenguas, combinando sus producciones para generar nuevos conocimientos, que tienen que ver con su interacción conectada. El mapa conceptual del mLearning se alberga en la UPNA.

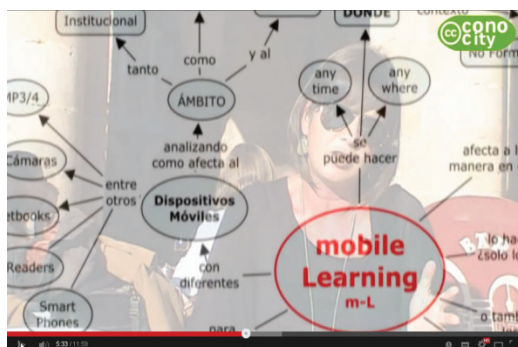


Figura 6. mLearning o Aprendizaje Móvil definido por Mar Camacho durante Edutec 2009

3.2 ¿Usar Redes Sociales? Facebook para aumentar la interacción y argumentación del alumnado.

La profesora **Gonçales Calvanti** co-autora de este artículo, puso en marcha en la Univ. Barendraire de Sao Paulo un grupo de **Química Analítica en FaceBook** para favorecer el aprendizaje de la asignatura que imparte.

Los resultados de esta experiencia muestran en general que el uso de Internet a través de Facebook ayudó en el proceso de formación de los estudiantes mediante la comprobación del proceso de argumentación, en relación con los aprendizajes expuestos en clase, así como en el proceso de escritura. La principal contribución de este trabajo es presentar nuevas vías para la enseñanza y el desarrollo de habilidades de los estudiantes con herramientas de alto potencial de aprendizaje tales como la interacción suscitada en las redes sociales combinadas con el uso de los mapas conceptuales.

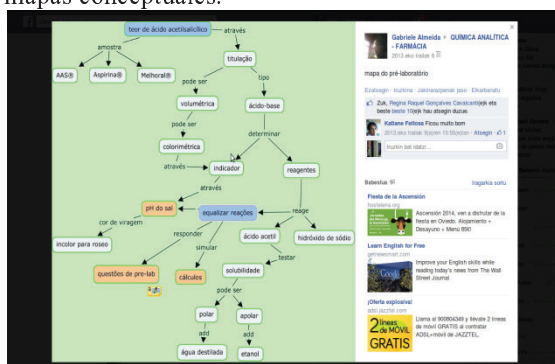


Figura 7. Mapa conceptual compartido en el Grupo de Química Analítica de la Universidad de Bandeirante

3.3 ¿Se puede dar la vuelta a la enseñanza? Aplicación del Modelo Flipped Classroom

En la Universidad de la Rioja el profesor Santiago Campión ha puesto en marcha un proyecto para adaptar el Enfoque Flipped Classroom en un contexto BYOD. Pensando en alumnado adulto plantea los siguientes elementos que “dan la vuelta” a la enseñanza tradicional poniendo el foco en el alumnado y su aprendizaje.

Su propuesta da la vuelta a las clases, invirtiendo los modelos tradicionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, trasladando parte del trabajo fuera de clase (on line, desde casa) y trasladando determinadas tareas al entorno interactivo de la clase, situando al profesor al lado del alumnado, mientras ellos trabajan en grupos o individualmente en clase, en constante comunicación con otros alumnos o profesores.

Pretende establecer conexión socio-emocional, pasando el centro de la atención de la enseñanza al aprendizaje, consiguiendo una mejor actitud por parte del aprendiz., replanteándose el balance entre conocimientos y destrezas; se busca alcanzar un pensamiento profundo, el que active las cualidades superiores; y se construyen los aprendizajes en equipo, de manera cooperativa.

Las herramientas de la Web 2.0 se utilizan de manera cotidiana y colaborativamente: redes sociales, blogs, wikis, vídeos, audios en podcast, videoconferencias etc.

Las competencias del sg XXI se trabajan teniendo en cuenta los conocimientos relevantes para la sociedad del conocimiento, las habilidades basadas en las 4 C's:

- 1 Creatividad,
- 2 pensamiento Crítico,
- 3 Comunicación y
- 4 Colaboración,

desarrollando el carácter tanto para el **trabajo** como para la **vida**, teniendo en cuenta las variables transversales (*metalayer*) referidas al aprender a aprender, la interdisciplinariedad, las curiosidades y las pasiones, dando respuesta las competencias demandadas actualmente: Conciencia global, alfabetismo cívico, creatividad e innovación, pensamiento crítico y resolución de problemas, comunicación y colaboración, habilidades para la vida y el trabajo.

En un contexto de libertad para que cada uno traiga su propio dispositivo: **BYOD** Bring Your Own Device.



Figura 8. Proyecto de Raul Santiago Campión en la Rioja.

3.4 ¿Equilibrio imposible? Aprendizaje Personalizado en tiempos de Cursos Masivos

En Zalla durante el congreso Ikaasbar, **Camino Lopez Garcia** expresó su visión sobre la paradoja de personalizar los aprendizajes al máximo en tiempos en los que los cursos masivos se ponen de moda y generalizan cada vez más. Esta joven profesora gallega cree que la clave está en la red de gente con la que aprendemos.

Sugiere que tenemos que seguir a las personas de las que aprendemos, independientemente del entorno en que se muevan, buscando la interacción con esas personas para construir nuestro propio conocimiento. Anima a perder los miedos para conectarse para probar nuevas herramientas y plantea usar la creatividad y la imaginación para superar los problemas que nos puedan surgir.

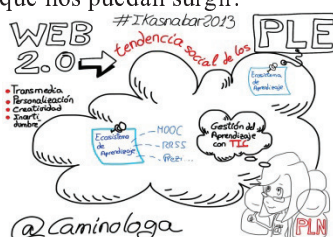


Figura 9. El PLE de Camino López visto por @Camiloga

3.5 ¿Un caso extremo? Twitter como corazón del aprendizaje y la comunicación

Durante las jornadas JEDI organizadas por la Universidad de Deusto pudimos entrevista a la profesora de la Universidad de Murcia **Linda Castañeda**. Su exposición llena de color y ejemplos, así como de sinceridad desbordante, nos ayudó a situar en el centro de la actividad profesional, una herramienta puramente 2.0 como es el Twitter. Utiliza para leer, para reflexionar y discutir y para compartir de manera proactiva utiliza su perfil de Twitter.

Esta herramienta es clave de su actividad docente; y es con esta aplicación con lo que la doctora Castañeda ejerce su actividad docente, investigadora y la vertiente divulgadora como profesora. Es todo un ejemplo de buena práctica, quizás algo extrema, de uso tecnológico avanzado.

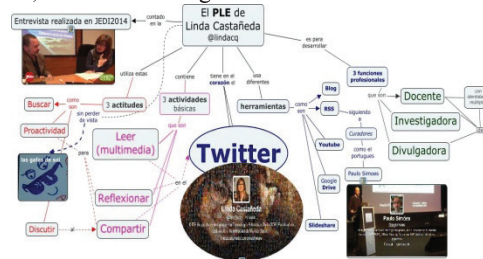


Figura 10. El PLE de Linda Castañeda, junto a otras muchas herramientas W2.0, tiene en su centro el Twitter

3.6 ¿Una práctica institucional? Sare_Hezkuntza: Educación en Red Comunidad Conectada Competente

En Euskadi se está propulsando una iniciativa novedosa por intentar aunar la **redarquía** 2.0 con la inercia institucional caracterizada por la jerarquía de funcionamiento.

Impulsado por **Mikel Agirregabiria**, desde la jefatura del servicio de Innovación del Dpto. de Educación, se pretende conseguir una **sinergia** de las nuevas maneras de hacer, aprovechando las prácticas y experiencias habidas hasta ahora. Los puntos claves quedan resumidos en una geometría variable, más líquida que sólida, como corresponde a los tiempos actuales, que se adapta a las dificultades que surgen en el funcionamiento institucional de esta comunidad autónoma con competencias educativas.

Entre sus objetivos está el de conseguir una Comunidad Conectada Competente que ponga en manos de los usuarios y usuarias su información y sus procesos de aprendizaje en/con/ a través de la Red.



Figura 11. Sare_Hezkuntza plantea tener toda la información necesaria en la mano de los aprendices, sujetos de su aprendizaje

3.7 ¿MOOC's vs PLE's? Para aprender abiertamente en línea

Según el profesor **Basogain**, ponente en **Ikasnabar 2013**, los MOOCs son una oportunidad para aprender nuevos contenidos de fuentes muy diversas, junto a cientos o miles de aprendices, con los que interactuar de manera conectada; a la vez que son también oportunidades para el profesorado de ver como enseñan con nuevas metodologías, instituciones y profesores de todo el mundo: podemos abrirnos en positivo a otros usuarios y otras posibilidades de aprender, sin perder nuestra visión crítica. Nacieron como una idea conectivista trascendiendo como experiencias de aprendizaje innovadoras, diferenciándose entre **eMOOCs**, conectivistas y los **xMOOCs** centrados en contenidos, que son cursos on line abiertos a una matriculación masiva, donde hay una experiencia de empoderamiento del alumnado.



Figura 12. Xabier Basogain conversa sobre MOOCs con Ana Landeta en Ikasnabar13

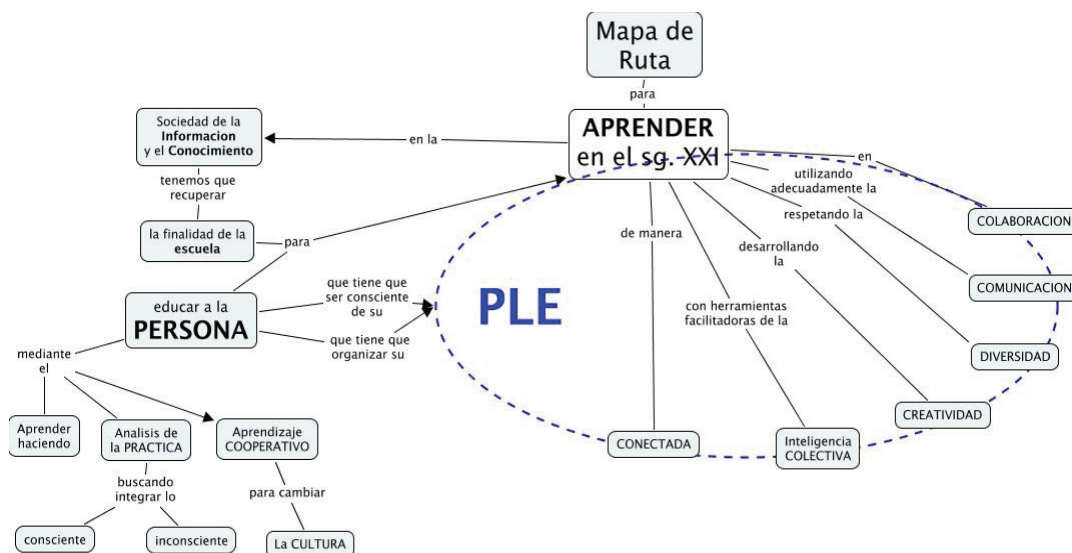


Figura 14. Mapa de ruta para aprender en el sg. XXI conectad@s e interactuando

5 Reconocimientos

Al profesorado de diferentes universidades que aportando generosamente su conocimiento enriquecen este “Entorno Personal de Aprendizaje”: Jordi Adell, Mar Camacho, Linda Castañeda, Mikel Agirregabiria, Iñaki Murua, Julen Iturbe, Camino, Xabier, Ana... muchas gracias a todos y a todas las que colaboráis con Conocity.

Referencias

- Adell, J. Elementos de un PLE con MConceptual. Conocity Barakaldo 2009 <http://conocity.eu/jordi-mapleando>
- Agirregabiria, M. Sare_Hezkuntza proyecto educativo y propuestas administrativas para materializar la Reducción Bilbao 2013. http://blog.agirregabiria.net/search?q=sare_hezkuntza
- Castañeda, L. Adell J. (2013). *Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Alcoy: Marfil., <http://elbonia.cent.uji.es/jordi/2013/04/20/el-libro-sobre-ples/>
- Camacho, M. Que es el MLearning Video-entrevista y MC Conocity 2009. <http://conocity.eu/mobile-learning-by-mar/>
- Castañeda, L. El PLE de Linda Castañeda. Video-entrevista en Conocity con Murua, I. y de la Peña, C. Deusto Bilbao 2013. <http://cmapserver.unavarra.es/rid=1MNPNOX5P-75TG6Y-3YZ/PLE%20de%20Lindacq.cmap>
- Gonçales Calvanti, R. Gr. Facebook Química analítica 2013 <https://www.facebook.com/groups/533221886719425>
- Lopez Garcia C. Aprender en PLEs en tiempos de MOOCs. Ikaasbar Zalla 2013 <http://conocity.eu/ple-by-caminologa>
- Orts M., Luz E., Falgas D., Fundamentación psicopedagógica del ABP Aula de Innovación nº 216 (2012)
- Perez Gomez, A. Educarse en la era digital Morata 2012 Resumen en el canal del Berritzegune Nagusia <http://youtu.be/nSGHVaenL-M>
- Santiago Campión, R. the Flipped Classroom site. Universidad de la Rioja <http://www.theflippedclassroom.es/proyecto-fc-y-byod-en-la-universidad-de-la-rioja>
- Sierra Orrantia J adaptación-resumen de Castañera, L., Adell, J. Salinas J. en Entornos Personales de Aprendizaje. http://cmapserver.unavarra.es/rid=1LSW7FFC3-1GJ5W6G-27J/megatendencias_educativas.cmap

MAPAS CONCEITUAIS & LEITURA E PRODUÇÃO ACADÊMICA

Rita de Cássia Veiga Marriott, UTFPR, BRASIL

Rosane de Mello Santo Nicola, PUCPR, BRASIL

Email: ritamarriott@yahoo.co.uk

Resumo. Este artigo visa apresentar aspectos conceituais, teóricos e históricos sobre mapas conceituais, bem como aplicar conceitos das áreas de Análise do Discurso e de Linguística Textual para investigar o uso de elementos coesivos e verbos dicendi, com o intuito de contribuir para a compreensão da construção desse importante texto prévio em leitura e produção acadêmica. Propõe seu uso como estratégia de planejamento da atividade leitora de capítulos de livros de não ficção, ou seja, estratégia metacognitiva de controle e regulação do pensamento durante a leitura. Apresenta não só vantagens para o criador/produzidor de mapas conceituais em situações de leitura como os destaca enquanto relevante recurso tanto para o ensino de elementos coesivos, dada sua configuração, quanto para que o estudante adquira postura enunciativa diante do discurso do outro, por meio do uso dos verbos dicendi. Finalmente, colabora para a compreensão do uso do mapa conceitual como gênero do discurso, que se amplia e diferencia à medida que é empregado nas práticas interacionais de diferentes campos de conhecimento; nesse sentido, sugere uma regra geral de uso de mapa conceitual em situações de leitura, buscando contribuir para sua consolidação no ensino de leitura e produção acadêmica.

Palavras-chave: Mapas Conceituais, Leitura e Produção Acadêmica, Verbos de Dizer, Elementos Coesivos

1 Introdução

O avanço das tecnologias digitais, o acesso à informação e a velocidade de comunicação e interação entre jovens e adultos têm ocorrido de forma cada vez mais acelerada. Mensagens curtas, diretas, simplificadas e com siglas são compartilhadas rapidamente, buscando uma leitura veloz com compreensão instantânea. Entretanto, como fica a compreensão da leitura quando esses jovens e adultos se deparam com textos acadêmicos? Para Chartier (1999, p. 89), “muitos têm a sensação de que o proveito que tiram de suas leituras é pequeno, incerto e aleatório”. Segundo a autora, o conjunto de informações que eles eventualmente conseguem reter não pode ser “classificado, repertoriado e tornar-se utilizável” (p.91). Essas preocupações aproximam as autoras deste artigo, as quais se voltam a pesquisas sobre estratégias de leitura que desenvolvam a autonomia e criticidade na leitura de textos acadêmicos longos em áreas específicas, sejam eles na língua materna ou em segunda língua. Consideram que compreender bem um texto demanda habilidade e trabalho deliberado e consciente para que essa ação seja bem-sucedida. E ainda, entendem que essa atividade não envolve apenas ação linguística ou cognitiva, mas interacional, ou seja, representa o sujeito e seu modo de agir sobre o mundo na relação que estabelece com o outro (Marcuschi, 2011, p. 89). Nesse sentido, consideram ser essencial a mediação do professor, no sentido de introduzir o estudante em estratégias de leitura acadêmica, como requisito primordial da aprendizagem. Portanto, nos últimos dez anos, têm pesquisado e aplicado mapas conceituais como procedimentos facilitadores de leitura de capítulos de livros, de estudo para apresentações orais e como textos prévios de pesquisa e produção escrita. Neste artigo, apresentam aspectos conceituais, teóricos e históricos sobre mapas conceituais, bem como aplicam conceitos das áreas de Análise do Discurso e de Linguística textual para investigar o uso de elementos coesivos e verbos *dicendi* em mapas conceituais, no intuito de contribuir para a compreensão da construção desse importante texto prévio em leitura e produção acadêmica.

2 Os Mapas Conceituais (MC) e sua origem

“O mapeamento conceitual é uma técnica para externalizar conceitos e proposições” (tradução própria). (Novak e Gowin, 1984, p. 17). Eles surgiram em 1972, após 12 anos de estudos realizados por Novak e sua equipe, quando acompanharam o desenvolvimento cognitivo na área de ciências, em crianças de 6 a 8 anos, em Ithaca, USA (Novak, 2004). Inúmeras gravações foram feitas durante esse período, mas a comparação entre os conhecimentos anterior e posterior às aulas estava difícil de ser apreendida pelos pesquisadores. Depois de muito buscar um método, Novak começou a trabalhar com conceitos, tendo por base os trabalhos sobre a aprendizagem significativa de Ausubel. A manipulação desses conceitos foi gerando mapas, os quais foram chamados de Mapas Conceituais. A partir daí, 15 a 20 páginas de entrevistas passaram a ser mapeadas em apenas uma folha de papel e ficou bem mais fácil acompanhar a evolução do conhecimento das crianças através dos anos (Novak e Cañas, 2004, p. 460).

A fundamentação para a técnica dos mapas conceituais encontra-se na Teoria Cognitiva de Aprendizagem de David Ausubel (Moreira, 2011), cujo conceito básico é a aprendizagem significativa. Segundo essa teoria, o aprendizado significativo acontece quando o sujeito se esforça em estabelecer uma ligação entre a informação nova e os conceitos ou as proposições relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva. Entretanto, para que ocorra essa ligação, Moreira (2003) aponta duas condições necessárias: 1. que o “material a ser apreendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal” (p. 156), isto é, que o material seja significativo para o aluno e que ele já possua algum conhecimento sobre o assunto para iniciar a ancoragem; e 2. “que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva” (p. 156). Isso quer dizer que o aprendiz precisa optar por aprender de maneira significativa para que possa efetivamente incorporar os novos conhecimentos, e não simplesmente memorizá-los.

3 A evolução dos Mapas Conceituais e outras representações visuais

No início, os mapas conceituais (MC) não tinham a configuração atual. Durante seu processo de criação, Novak (1998, 2004) e sua equipe tentaram retirar todo o texto e deixar apenas os conceitos dispostos numa estrutura hierárquica, sem palavras de ligação (ou elementos coesivos). Entretanto, eles observaram que, em um mapa envolvendo apenas conceitos, as relações pareciam óbvias para seu criador, mas para as outras pessoas, essas relações não ficavam claras, havendo dificuldade de recuperação do sentido original. Assim, eles adotaram a inclusão de palavras de ligação (como verbos flexionados, advérbios, preposições ou conjunções), criando proposições (conceito + ligação + conceito) com o intuito de explicitar a relação entre os conceitos, e desse modo, formando unidades significativas. Essas unidades significativas, ou unidades semânticas, formam as unidades menores de um mapa conceitual.

Existem outras formas de representações gráficas como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas lineares, mapa tipo aranha, mapa web etc. No entanto, essas representações não podem ser consideradas mapas conceituais nem devem ser confundidas com eles. No Quadro 1 a seguir, exemplificam-se alguns dos mapas mais confundidos com os mapas conceituais. São eles: Tipo Aranha, com a ideia principal no centro e os subtemas irradiando para as extremidades; Tipo Problema / Solução, indicando os estágios para a resolução de problemas; Tipo Espinha de Peixe, analisando as causas para se chegar a um resultado; e o Mapa Mental, técnica criada por Buzan (2011), mais ou menos na mesma época que os MC foram criados por Novak, e cuja característica básica é ter no centro um conceito principal do qual se irradiam linhas coloridas, nas quais são colocados conteúdos e imagens.

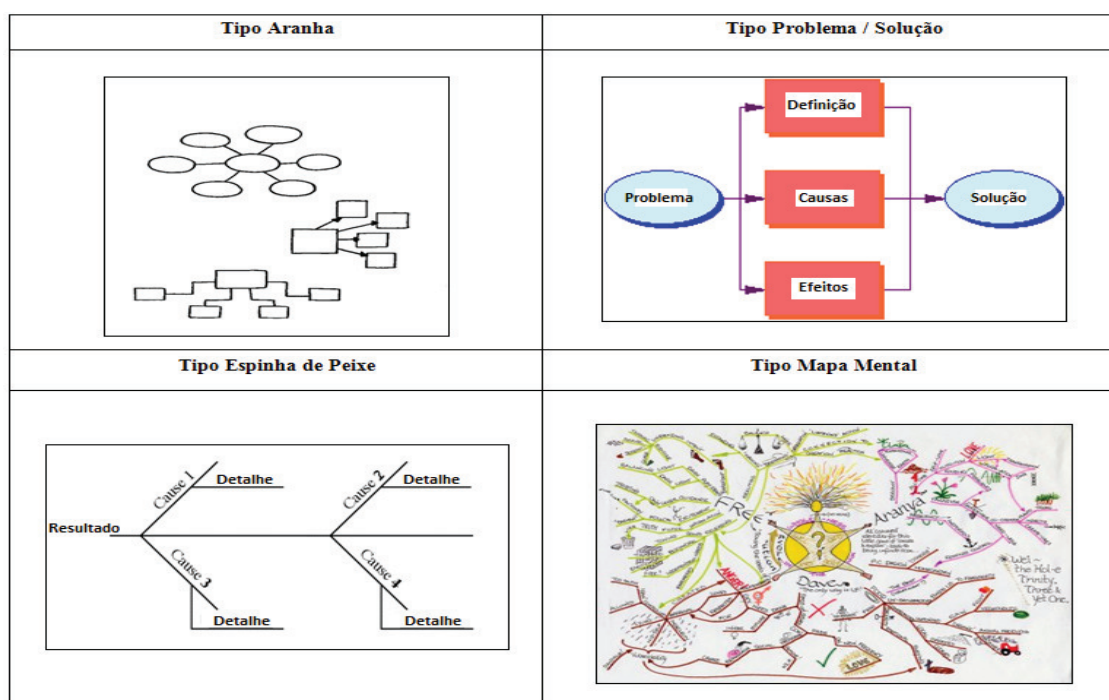


Figura 1: Formas de representação visual comumente confundidas com Mapas Conceituais. **Fonte:** Marriott, R.; Nicola, R. 2004, p. 3-4, adaptado.

Já nos MC, os conceitos, dispostos de maneira hierárquica, costumam responder a um questionamento, ou a uma Questão Focal, como por exemplo: “Como funciona a Internet?”, “Quais são as ideias principais do autor?”, “Quem foi Machado de Assis?”, “O que eu conheço sobre o corpo humano?”. Para responder a essa Questão Focal, desenvolve-se o mapa a partir de um conceito principal, colocado no topo ou no centro da página, de onde partem ramificações ou galhos para conceitos hierarquicamente dispostos, sempre unidos uns aos outros por palavras de ligação, conforme a figura a seguir.

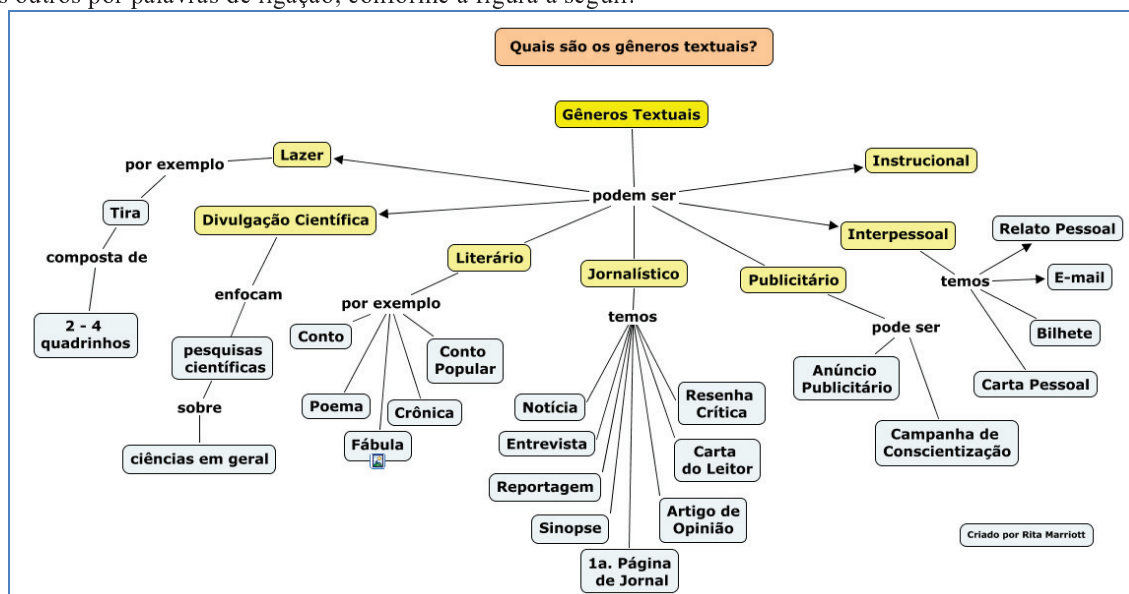


Figura 2- Exemplo de Mapa Conceitual com link acoplado. **Fonte:** Mapa Conceitual introdutório sobre Gêneros Textuais criado por Rita Marriott, 2013.

Além de relacionar conceitos de uma mesma ramificação, chamados de diferenciação progressiva, é possível estabelecer relacionamentos cruzados, chamados de reconciliação integrativa. Os relacionamentos cruzados, isto é, os relacionamentos de conceitos de ramificações diferentes, evidenciam a criatividade do criador. Esse processo de interação dos conceitos promove a aprendizagem significativa (ao contrário da memorística), pois auxilia a ancoragem dos conceitos à estrutura de conhecimento do mapeador, ou a seu conceito subsunçor, definido por Moreira como “*conceitos ou proposições relevantes*, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (2003, p. 153, destaques do autor).

Um mapa conceitual pode ser colorido e acoplar links, documentos, apresentações e ilustrações aos conceitos. No mapa acima (Figura 2), por exemplo, pode-se observar uma marcação de hiperlink acoplado ao conceito [Fábula]; na internet, ele permitirá clicar sobre esse ícone para que a imagem selecionada seja exibida. Este MC foi criado usando CmapTools (*software de download gratuito para fins educacionais*), mas eles podem ser feitos usando apenas lápis e papel, com preferência por folha de sulfite A3.

4 O uso dos Mapas Conceituais

Conforme o exposto, o uso de mapas conceituais objetiva: a promoção de uma aprendizagem significativa; o incentivo ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo; e a revelação ou exteriorização (exposição) do conhecimento em desenvolvimento e/ou do conhecimento previamente adquirido.

Assim, seu uso na academia relaciona-se a basicamente quatro situações: diagnosticar e explorar o conhecimento prévio do aluno acerca de um tópico por meio de uma tempestade de ideias (*brainstorming*) para promover a ancoragem com o novo conhecimento; “resumir conteúdos e fazer anotações (de dados externos como um texto escrito ou exposições orais em aulas / seminários / apresentações); revisar e estudar a matéria; e avaliar” (Marriott; Torres, 2007, p. 166).

Além disso, vale lembrar alguns aspectos sobre os mapas conceituais: “(a) os mapas conceituais não precisam ser simétricos, isto é, podem ter mais conceitos de um lado que do outro; (b) não existem mapas completamente corretos, somente mapas que se aproximam do significado que o aluno tenha para os conceitos em questão (ele precisa estar coerente para o aluno); não devem ser colocadas mais de 3 palavras numa caixa de conceito; (d) não se deve conectar mais de 3 caixas de conceitos seguidas, sem ramificá-las; (e) devem-se

usar conectivos que expressem a relação para ligar dois conceitos; (f) os mapas são bidimensionais, não apenas uma lista de conceitos conectados por linhas; (g) os conceitos mais importantes podem ser identificados pelo posicionamento deles no mapa e por meio das ideias que deles se ramificam; (h) os mapas mais completos têm muitas bifurcações; e (i) os mapas devem ter conceitos escritos dentro de caixas e palavras de ligações (verbos, conectivos, preposições) nas linhas.” (Harland, 2003, apud Marriott; Nicola, 2004, p. 6)

5 MC como textos prévios: planejar leituras e apresentações orais

Se compreender é uma atividade colaborativa que se dá na interação entre leitor-texto-autor ou ouvinte-texto-falante, existe a possibilidade de haver falhas de interpretação. Além disso, a compreensão é também uma atividade de convivência sociocultural, ou seja, ao ler os textos, tomados como formas de cognição social, eles permitem ao homem organizar cognitivamente o mundo, já que as pessoas leem para compartilhar com outras aquilo que leram, validando ou não sua capacidade de apreensão. Porém o ato de ler é solitário, constituindo-se um desafio para a escola e as instituições de ensino superior, a criação de procedimentos de apoio à leitura do acadêmico, talvez o principal recurso de aprendizagem nesse meio.

Recorre-se então ao uso dos MC para leitura de textos longos, enquanto textos prévios cuja finalidade é contribuir para planejar a atividade leitora, processar as informações e manter a mente concentrada. Desse modo, os MC representam uma forma de monitoramento do cérebro enquanto se lê, a fim de garantir qualidade de atenção e ampliar estratégias metacognitivas de controle e regulação do pensamento durante a leitura.

Partindo-se do conceito de leitura como produção de sentidos a partir de conhecimentos prévios do leitor sobre a língua, o gênero textual em que o texto é escrito e a bagagem cultural (conhecimento enciclopédico e de mundo), pode-se estabelecer aí a relação com a aprendizagem significativa, que também propõe os conhecimentos prévios como centrais para a construção de novos esquemas e novos conceitos. Segundo Moreira (2011, p. 28),

[...]o conceito de aprendizagem significativa, como aquela em que novos conhecimentos adquirem significados através da interação com conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, é subjacente a várias outras teorias (Moreira, 1999). [...] o conhecimento prévio pode, por exemplo, ser interpretado em termos de esquemas de assimilação, construtos pessoais, modelos mentais, invariantes operatórios.

Dessa forma, o texto pode ser compreendido como um objeto de domínio multi e transdisciplinar, em que se busca explicar sua recepção como processo extremamente complexo de interação e da construção social de conhecimento e de linguagem (Koch, 2001).

Outro aspecto a ser ressaltado é a característica de planejamento de leitura e de apresentações orais em contextos formais. A estratégia de planejar a leitura acadêmica possibilita desenvolver no estudante o comportamento estratégico que implica intencionalidade, ou seja, propósito de leitura, promovendo ações conscientes de mobilização de habilidades em prol do alcance de objetivos. Desse modo, desenvolve-se a formação da autonomia e do espírito crítico do leitor, tão necessária à pesquisa e ao estudo no meio acadêmico. Assim, um leitor experiente realiza algumas ações e seleções antes, durante e depois da leitura, quando, por exemplo, sua meta é produzir um resumo acadêmico solicitado pelo professor, ou fazer uma apresentação oral.

O uso dos MC passa a ser então um texto prévio que contribui não apenas para o planejamento do ato de ler, mas para isso, cabe ao docente, nas primeiras vezes, orientar o acadêmico sobre como utilizar essa ferramenta, ou seja, como se apropriar dessa forma de representação para ler com qualidade. Isso significa selecionar informações relevantes, associá-las de modo coerente com o texto-fonte, apresentá-las em um mapa conceitual e finalmente, ser capaz de expor oralmente seu conteúdo de forma clara e concisa.

6 Como mapear a leitura de capítulos de livro

Ao ler um capítulo de livro, é preciso observar primeiro o título e os subtítulos, colocando, respectivamente, as palavras-chave referentes ao título em um retângulo no centro do mapa, e as relacionadas aos demais, em retângulos em torno daquele retângulo central. Na linguística textual, palavras-chave são palavras ou expressões que possuem forte carga de informações no parágrafo; em geral, pertencem à classe dos substantivos, porém também podem ser adjetivos.

Tomando-se os MC na perspectiva de gênero discursivo, as autoras sugerem que a regra geral de produção de mapas conceituais em situações de leitura seja a seguinte: nos retângulos, somente as informações selecionadas do texto-fonte (capítulo de livro, artigo etc.); fora dos retângulos, somente as conexões criadas pelo leitor e criador/produtor do mapa conceitual.

A informação deve ser transmitida de forma concisa nos retângulos, sendo que o número de conceitos fica limitado ao parágrafo, considerado uma unidade significativa do texto. Portanto não podem ser mera cópia do texto-fonte, pois seria muita informação em um só retângulo.

Entre os retângulos são feitas conexões estabelecidas por verbos, conjunções e preposições; no caso das conexões entre o título e os subtítulos, usam-se os verbos *dicendi*, ou verbos “de dizer a voz do autor”, como por exemplo: “inicia com”, “afirma que” etc. Os termos de coesão apresentados nas linhas precisam estabelecer coerência entre as palavras-chave dos retângulos e as ideias do autor. Sugerem-se algumas orientações específicas para a construção de mapeamento de capítulos de livros:

1. Recomenda-se que, antes de começar a construir o MC, faça-se leitura averiguativa (Adler, van Doren, 2000), ou seja, observe-se o texto por completo, seus títulos e subtítulos, buscando fazer uma leitura de reconhecimento, rápida, mas fundamental. Em seguida, pode-se voltar ao início para fazer uma leitura mais profunda e com mapeamento simultâneo.
2. Não se repetem conceitos e proposições.
3. Não devem ser incluídos exemplos.
4. Não se usa 1ª pessoa do plural nem se emprega a palavra ‘você’ ou verbos no imperativo.
5. Os conceitos devem ser ramificados, evitando-se a linearidade das ligações.
6. Priorizam-se os conceitos, os fatos históricos, as leis e os princípios.
7. Deve-se procurar formar as proposições paralelamente à construção do mapa.
8. Os mapas conceituais são pessoais, mas lógicos, sendo assim, devem ser revisados a partir das relações lógicas que estabelecem.
9. Podem apresentar setas, abreviaturas, sinais matemáticos e cores, desde que tenham um uso lógico (separar proposições diferentes, por exemplo).
10. Não necessitam indicar começo, meio e fim, como nos textos convencionais lineares, pois são estruturais, porém devem ser hierárquicos e geralmente são lidos da esquerda para a direita.

Assim, ao ler o mapa, é possível acompanhar o pensamento do autor do texto-fonte; daí partir dos títulos e subtítulos, que expressam, de modo geral, o objetivo do autor naquela parte do texto, e dessa forma, orientam também o leitor na seleção das palavras-chave e ideias-chave. O leitor passa a ficar atento ao subtítulo, pois percebe a mudança de objetivo do autor.

Finalmente, cabe lembrar que não há um mapa conceitual igual ao outro nem mesmo dois mapas sobre um mesmo texto-fonte feitos pelo próprio autor. Entretanto, mapas conceituais de um mesmo texto-fonte devem apresentar proposições coerentes com esse texto-fonte, possibilitando, dessa forma, ser revisados e avaliados pelo professor da disciplina. Este, por sua vez, deverá: (1) tomar o cuidado de respeitar o raciocínio do aluno, pois ele demonstra sua compreensão do texto-fonte, conforme explica Moreira (2011), que um mapa conceitual é dinâmico, refletindo a compreensão de seu autor no exato momento em que o produz; (2) perceber se o mapa do aluno é fiel ao conteúdo expresso pelo autor do texto-fonte.

A revisitação ou releitura de um MC oferece algumas vantagens a seu criador: (1) a capacidade de recuperar os dados lidos, mesmo com algum intervalo de tempo, para dar continuidade à atividade leitora; (2) maior interiorização das proposições centrais do texto-fonte, permitindo preparação para escrita de trabalhos e comunicações orais; (3) a possibilidade de ter uma visão global sobre o conteúdo exposto pelo autor promovendo uma análise crítica do conteúdo para construir argumentos ou contra-argumentos, ou ainda, buscar outras leituras sobre aspectos com os quais discorda; e finalmente, (4) representar excelente recurso para o ensino de elementos coesivos, aspecto sobre o qual será tratado mais detalhadamente a seguir.

7 Ensino de recursos coesivos por meio de MC

Os recursos coesivos são a manifestação linguística da coerência. São mecanismos que estabelecem as relações lógico-semânticas expressas na superfície do texto. Assim, a coesão de um texto é verificada mediante a análise de seus mecanismos lexicais e gramaticais de construção. Tome-se, por exemplo, um MC de leitura de um capítulo de livro para análise desses elementos coesivos.

destaque. Passa-se então, a analisar a relação de sentido, não de forma fragmentada, como ocorre no período, por exemplo, mas em relação estreita e integrada ao gênero do texto - mapa conceitual. Assim, por sua configuração, o MC requer do criador/produtor o uso mais frequente de elos coesivos, tornando-o mais relevante recurso para o trabalho com ensino desses recursos.

Na Figura 3, a presença de nove termos de coesão comprova a importância desse gênero textual para o estudo dessas microestruturas linguísticas. São eles: as preposições *em*, *por* e *a*; as conjunções *como* (usada duas vezes), *quando* (usada duas vezes), *onde* e *tão... quanto*. Dessa forma, à medida que lê, o leitor, efetivamente, faz uma escolha das relações lógicas de sentido que estabelecerá entre os conceitos. Algo que, ao escrever um texto, é mais intuitivo, além de que esses conectores estão dispostos com pouco destaque nas linhas, fazendo coesão entre as palavras. Assim, parece ser mais fácil o criador do MC perceber a relação de comparação existente em *tão...quanto*, ou o sentido de lugar, em *onde*, justamente porque os conceitos estão separados em retângulos.

8 O uso de verbos *dicendi* na construção dos MC

Em mapas conceituais usados como estratégia de leitura, há ocorrência de discurso relatado, ou seja, um procedimento linguístico que “procura reproduzir na sua materialidade as palavras produzidas pela pessoa de quem se quer dar a conhecer o discurso” (Ducrot, 1987, p. 186). Portanto, ocorre o emprego de verbos *dicendi*, uma vez que o produtor do mapa, ao reportar as falas, centraliza sua atenção no próprio texto, tentando caracterizá-lo ou descrevê-lo. Então, os verbos *dicendi* não só introduzem o discurso de outrem como também indicam como esse relato deve ser lido. Essas escolhas linguísticas, na maioria das vezes, ocorrem de forma intuitiva, porém, se feitas conscientemente pelo autor do mapa, atribuem autenticidade de discurso a esse texto prévio, sem se negligenciar o direito autoral do discurso do outro bem como, garantindo-se as características estruturais e semânticas do mapa conceitual.

Analisando o mapa conceitual anterior, encontram-se, logo no início, conectando o título aos primeiros conceitos, os seguintes verbos *dicendi*: trata, identifica e propõe. Os três verbos são indicadores de atos do autor do capítulo do livro que podem ser classificados como organizadores do conteúdo geral: trata (anuncia o tema); identifica e propõe (organizam as ideias do texto, dando progressão ao discurso). Os três verbos têm função coesiva e são responsáveis pela estruturação do texto reportado. Os demais verbos passam a estabelecer relações de sentido entre as próprias informações desenvolvidas, deixando de fazer referência direta ao discurso do outro. Mas permitem perceber a posição do criador do mapa com relação ao enunciado do autor, isto é, seu maior ou menor grau de engajamento com o que é dito (Koch, 2002). Por exemplo, o emprego da locução verbal “pode facilitar” para fazer a conexão entre [uso do tempo *online*] e [calendarização] revela uma posição menos engajada por parte do criador do mapa em relação à ideia do autor. Já a recorrência do emprego do verbo “dever” (seis vezes) em outras conexões evidencia uma posição mais engajada do criador do mapa ante as proposições.

Assim, um mapa conceitual de um texto acadêmico necessita empregar o discurso do outro como base para a construção de seus próprios conceitos, e merece atenção, sabendo que isso se constitui no principal problema que o aluno/criador enfrenta em textos acadêmicos de modo geral, uma vez que envolve o “saber fazer e o saber dizer”. Nesse sentido, para que o estudante adquira essa postura enunciativa diante do discurso do outro, é fundamental a intervenção do docente, introduzindo o aprendiz nessa prática de forma deliberada e consciente, o que lhe trará maior segurança tanto ao dizer como ao registrar suas leituras.

9 Considerações finais

Ancoradas em Bakhtin (2003, p. 262), ao afirmar serem os gêneros do discurso “tipos relativamente estáveis de enunciado”, e de quantidade infinita, pois “são inesgotáveis as possibilidades da multiforme atividade humana e porque em cada campo dessa atividade é integral o repertório de gêneros do discurso, que cresce e se diferencia à medida que se desenvolve e se complexifica um determinado campo”, cabe lembrar que os mapas conceituais são também um gênero textual.

Portanto, ao aplicar MC em leitura de textos acadêmicos, tomando-o como texto prévio para a produção textual, seja ela oral ou escrita, percebe-se a necessidade de adaptações ao contexto de produção dessa atividade, ou seja, o propósito do leitor e o tipo de texto-fonte, por exemplo. Assim, se o MC foi solicitado para leitura e produção de resumo acadêmico, um texto cujo propósito é exclusivamente expor as ideias centrais do autor do

texto-fonte, precisará retratar a voz do autor do texto-fonte. Então, a voz do criador do MC estará implícita nas escolhas de conceitos, fatos históricos, leis e princípios e na construção das proposições.

Por outro lado, caso o MC seja usado para a pesquisa de um tema, com função de texto prévio para a produção de outro texto, o leitor precisará expressar de forma explícita seu posicionamento sobre o conteúdo e não apenas reproduzir as ideias do autor. E isso requer o emprego de verbos *dicendi* do discurso relatado e os possíveis efeitos de sentido por eles produzidos.

Neste estudo, procurou-se delinear o mapa conceitual como objeto de pesquisa investigado na perspectiva de estudos das áreas de Análise do Discurso e de Linguística Textual, apresentando alguns dos conceitos fundantes dessas áreas. Por fim, entende-se ser relevante este estudo delineado na medida em que não apenas colabora para a compreensão do uso do mapa conceitual como gênero do discurso, que se amplia e diferencia à medida que é empregado nas práticas interacionais de diferentes campos de conhecimento, como também contribui para sua consolidação no ensino de leitura e produção acadêmica.

Referências

- Bakhtin, M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- Buzan, T. *Mind Mapping – What do you need to make a mind map?* Disponível em <http://www.tonybuzan.com/about/mind-mapping/>, acessado em 01.05.2014.
- Chartier, Anne-Marie, Os Futuros professores e a Leitura. In: *Leitura: Práticas, impressos, letramentos*. Antônio Augusto Gomes Batista, Ana Maria de Oliveira Galvão (org.) – Belo Horizonte: Autêntica, 1999.
- Correia, P. R. M.; Cicuto, C. A. T.; Dazzani, B. Análise de vizinhança dos mapas conceituais a partir do uso de múltiplos conceitos obrigatórios. *Ciência e Educação* (Bauru). Vol.20 no. 1 Bauru jan./mar. 2014. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320140010008>, acessado em 08.05.2014.
- Ducrot, O. *Dizer e não dizer. Princípios de semântica linguística*. Trad. de Eduardo Guimarães, Campinas: Pontes, 1987.
- Koch, I. G. V. Linguística textual: quo vadis?. *DELTA* [online]. 2001, vol.17, n.spe, pp. 11-23. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-44502001000300002.
- Koch, I. G. V. *Argumentação e linguagem*. São Paulo: Cortez, 2002.
- Marcuschi, L. A. Compreensão textual como trabalho criativo. In: *Universidade Estadual Paulista. Prograd. Caderno de formação: formação de professores, didática geral*, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011, p. 89-103, v.11.
- Marriott, R.; Nicola, R. Mapas Conceituais: seus benefícios na leitura e produção acadêmica. In: *ANPED Sul – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*. Curitiba: Editora Champagnat, 2004.
- Marriott, R.; Torres, P. Mapas Conceituais. In: Patrícia Torres (Org.) *Algumas Vias para Entretecer o Pensar e o Agir*. Curitiba: SENAR-PR, 2007.
- Moreira, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU. 2003.
- Moreira, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- Novak, J. D. Meaningful Learning for Empowerment. In: J. D. Novak (Ed.). *Learning, Creating and Using Knowledge - Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. New York: Routledge, 1998.
- Novak, J. D.; Gowin, B. *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press, 1984.
- Novak, J. D.; Cañas, A. J. Building on New Constructivist ideas and CMapTools to Create a New Model for Education. Paper presented at the *CMC 2004 - Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain, 2004.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J.. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, *Relatório Técnico do IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition*, 2006, revisto em 2008. Disponível em <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>, acessado em 02.05.2014.

MAPAS CONCEITUAIS NO ESTUDO DE ORGANIZAÇÕES PRAXEOLÓGICAS: O CASO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Milton Schivani, Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil.

Maurício Pietrocola, Universidade de São Paulo, Brasil.

E-mail: schivani@usp.br

Resumo. Os mapas conceituais permitem organizar e representar o conhecimento humano através da relação entre conceitos, interligados por palavras ou frases que especificam esse relacionamento. Desse modo, constatamos que eles podem fomentar uma reflexão mais profunda e sutil na sistematização e comparação de Organizações Praxeológicas (OPs), empregadas para entender as ações e atividades humanas, modelando e organizando o conhecimento em termos de tipo de tarefa (T), técnica (τ), tecnologia (θ) e teoria (Θ). Exemplificamos esse processo mediante atividades que se apoiam em recursos didáticos, como a Robótica Educacional (RE), para discutir determinadas práticas sociais de referência e/ou fenomenologias. Constatamos, dentre outras coisas, que mapas conceituais que buscam responder questões focais sobre determinadas práticas, mostram-se como ferramentas metodológicas adequadas no planejamento e estruturação de atividades didáticas, pois expõem e conectam elementos tanto do bloco prático-técnico quanto do tecnológico-teórico das OPs investigadas.

Palavras chave: Mapa Conceitual, Organização Praxeológica, Robótica Educacional, Ensino de Física.

1 Introdução

A utilização de Mapas Conceituais (MC) hoje é bem diversificada, com aplicações em vários setores (Novak & Cañas, 2010), desde computação e engenharia de software até “em corporações para ajudar equipes a esclarecer e articular o conhecimento necessário para enfrentar situações que variam desde o desenho de novos produtos até o marketing ou a resolução de problemas.” (Novak & Cañas, 2008, p. 18). Como os mapas conceituais permitem organizar e representar o conhecimento humano através da relação entre conceitos, interligados por palavras ou frases que especificam esse relacionamento, constatamos que eles podem, dentre outras coisas, fomentar uma reflexão mais profunda e sutil na sistematização e comparação de *Organizações Praxeológicas* (OPs) (Chevallard, 1999).

Uma *Organização Praxeológica* (OP) corresponde ao aspecto estrutural da *Teoria Antropológica do Didático* (TAD) (Chevallard, 1999, 2007) e é empregada para entender as ações e atividades humanas, modelando e organizando o conhecimento em termos de *tipo de tarefa* (T), *técnica* (τ), *tecnologia* (θ) e *teoria* (Θ). Tudo aquilo que é solicitado para uma pessoa fazer, mediado por verbos, pode ser designado como tarefa, uma ramificação de uma rede mais ampla determinada por T. A *técnica*, por sua vez, remete ao ‘saber-fazer’, uma maneira de efetuar a tarefa, portanto, só tem sentido quando ligada a uma tarefa a qual ela é relativa. Já a *tecnologia* trata do discurso que interpreta e justifica τ . É importante destacar que essa *tecnologia* não traz o mesmo sentido cotidianamente enraizado. Na TAD, uma “tecnologia” é vista como um discurso racional que busca esclarecer e clarificar determinada *técnica*, justificar seu uso/eficiência. Uma *tecnologia*, em geral, sempre se encontra embasado por uma *teoria*. Assim, *teoria* é entendida como um discurso mais amplo que serve para interpretar e justificar θ . De um modo geral, Θ em relação a θ , desempenha o mesmo papel que θ tem com relação a *técnica* (τ). Com isso, uma organização praxeológica pode gerar dois blocos distintos, porém correlacionados: o bloco prático-técnico [T, τ], correspondendo ao saber-fazer, e o bloco tecnológico-teórico [θ , Θ], ligado ao saber, ou seja, ao discurso lógico que permita melhor compreender e justificar o bloco prático-técnico (ibidem).

Uma OP pode ser de diferentes tipos: didática, física, matemática, química, artesã, industrial, doméstica, etc. Mortensen (2010), por exemplo, utiliza a noção de praxeologia para investigar a experiência e compreensão dos visitantes em uma exposição de imersão de um museu de ciências. Já Nogueira (2008), analisa a introdução da álgebra presente em livros didáticos do ensino fundamental, para isso, faz uso de organizações praxeológicas enquanto referencial teórico e metodológico. Na mesma linha de investigação de livros didáticos, Zanardi, Pereira & Kneubil (2012), analisam como se apresentam conteúdos relativos à equação de Clapeyron em livros de física e química do ensino médio.

Uma praxeologia didática, ou OP didática, é entendida, a priori, quando elementos tanto do bloco tecnológico-teórico quanto do prático-técnico são mobilizados para um estudo específico de determinada *obra*

(O), em uma *Instituição* (I) própria (Chevallard, 1999). Para o ensino de física, notamos que a sistematização de uma OP didática através dos mapas conceituais permite, por exemplo, identificar possíveis correlações entre elementos dos blocos tecnológico-teórico e prático-técnico identificados na atividade. Já a comparação, possibilita verificar o quanto que a OP didática dialoga (ou não) com *práticas sociais de referência* (Martinand, 1981, 2003), ou seja, com a OP de referência (práticas que permeiam diferentes tipos de produções industriais ou artesanais, as pesquisas científicas, as práticas domésticas, ideológicas ou políticas realizadas em um determinado meio social, seja ele formal ou não) que se deseja *contextualizar* ao longo do processo de ensino e aprendizagem (Schivani & Pietrocola, 2013). Exemplificamos isso por meio de atividades que se apoiam em recursos didáticos, como a *Robótica Educacional* (RE) (Benitti, 2012), para discutir determinadas práticas sociais e/ou fenomenologias (Cruz-Martín et al, 2012; Mitnik et al, 2009; Barak & Zadok, 2009).

Os *kits* de robótica educacional utilizam uma vasta gama de materiais, desde peças de encaixe de plástico, metal ou madeira sob diferentes formatos com diferentes dimensões e passivos de conexões entre eles, até softwares, módulos de processamento e sensores de luz, som, velocidade, aceleração, posição, temperatura, pressão, dentre outros. Para o ensino de física esses recursos são particularmente interessantes, uma vez que permitem investigar grandezas físicas e fenomenologias das mais diversas (ultrassom, intensidade luminosa, transferência de calor, movimento harmônico, capacitância, movimento circular e retilíneo, etc.) (Church et al, 2010; Lowe et al, 2008). Dessa maneira, é possível a criação de inúmeras estruturas/sistemas (estufas automatizadas, leitor de código de barras, sistemas de comunicação, veículos, *androides*, casas “inteligentes”, sistemas de frenagem, sismógrafos, maquinários, etc.), potencializando a mimetização de uma vasta gama de situações presentes no cotidiano do aluno e/ou na sociedade em geral, configurando-se em OPs de referência que podem ser trabalhadas no ambiente escolar por meio da OP didática (Schivani & Pietrocola, 2012).

A versatilidade da robótica permite ainda a criação de cenários que seriam impraticáveis, ou até mesmo impossíveis, de serem criados de outra maneira no contexto escolar. Isso se deve à necessidade de garantir a integridade física dos alunos ou mesmo por restrições estruturais e/ou econômicas em situações como, por exemplo: construção de elevadores de carga, colisão de veículos, construção de pontes levadiças, transporte e seleção automatizada de cargas, dentre outros. Todas essas situações podem utilizar um único conjunto de peças ou *kit*, reduzindo o custo de novas montagens (Wang, Lacombe & Rogers, 2004).

Contudo, ao se explorar o uso efetivo da robótica como instrumento educacional no ensino de Física, é preciso a criação de atividades que possam minimamente relacionar os conhecimentos físicos a serem ensinados com os elementos intrínsecos a essa tecnologia. Ou seja, é preciso que haja uma associação entre a teoria e os conceitos físicos tratados (o “porquê”) com a prática (o “fazer”) (Schivani, Brockington & Pietrocola, 2013), bem como correlações (diretas ou indiretas) entre as OPs (didática e de referência). Assim, os mapas conceituais podem contribuir para a análise de atividades ou sequências didáticas via a sistematização, organização e comparação das organizações praxeológicas envolvidas no processo, expondo dessa maneira as principais tarefas, técnicas, tecnologias e teorias identificadas e/ou consideradas mais relevantes em cada OP e entre elas.

2 Aspectos metodológicos

Para compor a OP de referência são efetuados estudos por meio de artigos, livros, documentários, consulta a especialistas, etc., para assim levantar os principais tipos de tarefas e as técnicas adotadas, bem como as tecnologias e teorias contidas nessa OP. Em seguida, todos os principais conceitos identificados na OP de referência serão agrupados e organizados pelo mapa conceitual através dos termos de ligação. O mesmo processo será realizado para sintetizar a OP didática via o MC, porém, limitado a própria sequência didática, ou seja, aos conteúdos disciplinares e procedimentos em geral expressos no fascículo ou guia da atividade. Esses dois mapas conceituais, da OP didática e da OP de referência, são então contrastados no intuito de se verificar possíveis correlações entre os processos de ensino e a prática social de referência que se deseja contextualizar em sala de aula utilizando recursos presentes na robótica educacional.

Cada MC apresentará uma questão focal, a qual “guia” o desenvolvimento do mapa. É importante destacar que essa questão focal deve ser similar para cada OP, do contrário, pode-se gerar mapas conceituais completamente diferentes, impossibilitando que sejam contrastados. A essência dessa estratégia metodológica é sempre gerar questões no MC da OP didática de maneira que se contraponha com informações do MC da OP de referência. É importante ressaltar que não existe um único mapa conceitual, ou seja, podem ser elaborados diferentes mapas conceituais para uma mesma questão, alguns com mais outros com menos informações sobre a questão levantada, isso vai depender principalmente do grau de compreensão do sujeito que elaborou o mapa e do nível de investigação realizado. Porém, esse MC não deve excluir os principais tipos de tarefas, técnicas e

tecnologias presentes/ identificados na OP de referência, do contrário, ele não responderá de forma satisfatória a *questão focal* (daí sua importância no desenvolvimento do mapa), uma vez que a mesma pode envolver tanto o bloco prático-técnico quanto o tecnológico-teórico.

2.1 Organizações praxeológicas investigadas

Com relação ao material instrucional a ser analisado (OP didática), optamos por atividades contidas nos fascículos da *Lego Education do Brasil* (Pietrocola et al, 2010), que incluem atividades didáticas de robótica a serem utilizadas em aulas de física do ensino médio fazendo uso do *Lego Mindstorms NXT* (Wang, Lacombe & Rogers, 2004). As atividades desses fascículos partem, geralmente por meio de uma história em quadrinhos, de contextos extraídos de situações cotidianas ou presentes na sociedade em geral para se ensinar conceitos da física no ensino médio. Dentre as atividades presentes nesses fascículos, é analisado uma que diz respeito ao transporte de cargas fazendo uso de empilhadeiras (atividade 3 – Empilhadeira, volume 4 – Máquinas e Equilíbrio, 1º ano do Ensino Médio) (Pietrocola et al, 2010).

Essencialmente, a atividade “Empilhadeiras” (OP didática) remete ao estudo do torque e braço de alavanca em uma situação envolvendo o transporte de cargas por uma empilhadeira. Inicialmente, essa atividade aborda os cuidados e desafios para conduzir uma empilhadeira elétrica, além da capacidade máxima de carga a ser transportada e condições necessárias para isso. Assim, podemos determinar que a OP de referência dessa atividade é o transporte de cargas via empilhadeiras de pequeno porte.

Conforme ilustra a **Figura 1**, o próprio *NXT* (módulo de processamento do *kit* de robótica utilizado) e os motores servem para compor o contrapeso, já as rodas dianteiras perfazem o fulcro (ponto de apoio). A carga é posicionada a uma determinada distância do fulcro e é deslocada verticalmente, por uma torre de elevação composta de polias, cabos e motor, e horizontalmente, impulsionado pelos motores que movem a empilhadeira como um todo. Os contentores, os quais recebem a carga (nesse caso, bolinhas de gude), são de tamanhos diferentes (tipo P, M e G) para possibilitar estudos sobre variação do centro de massa da carga. Os recursos didáticos presentes na robótica educacional, nesse caso, favoreceram o controle e alteração de variáveis para discutir o princípio da alavanca (presente nas duas OP) como, por exemplo, alterar a distância entre o centro de massa da carga e o fulcro e aumentar a capacidade de carga a ser transportada. Interessante notar que desse modo a OP didática pode ter um caráter mais investigativo e fomentar a *problematização* dos saberes disciplinares (Delizoicov, 2005). Diferente da OP de referência, o desafio proposto passa a ser em escala reduzida, constitui-se agora em transportar de modo seguro e em equilíbrio estável, caixas de diferentes dimensões contendo bolinhas de gude.

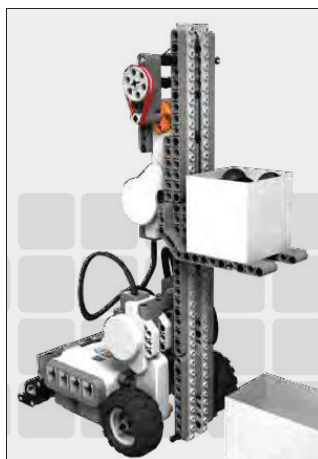


Figura 1 – Transporte de cargas por elevação vertical e horizontal fazendo uso de *kits* de robótica educacional.

Para confecção do mapa conceitual da OP didática, apoiamos o estudo majoritariamente nas informações contidas no fascículo dessa atividade e na seguinte questão focal: *como a atividade didática (Empilhadeiras) está estruturada e é desenvolvida em relação a montagem e aos principais conceitos físicos?* Já para o desenvolvimento do mapa conceitual da OP de referência, nesse caso, do transporte de carga por meio de empilhadeiras elétricas de pequeno porte, apoiamos em informações provenientes de manuais de operação, normas de segurança e manual do fabricante, além dos principais conceitos físicos identificados nessa ação (implícitos ou explícitos). A questão focal elaborada para “guiar” a construção desse mapa foi: *quais são os principais componentes e princípios físicos que regem o funcionamento de uma empilhadeira elétrica e como se dá o transporte de cargas?*

3 Resultados e discussões

Os dois mapas conceituais desenvolvidos, da OP didática (**Figura 2**) e da OP de referência (**Figura 3**), apontam para elementos praxeológicos comuns às duas situações. Por exemplo: tanto na OP da prática social de referência quanto na OP didática, porém em escala reduzida, percebe-se a necessidade de um ponto de apoio (fulcro) e de um contra peso (composto pelos motores e baterias) posicionado a uma determinada distância do fulcro (localizado no eixo que perfaz as rodas dianteiras) para o correto funcionamento da empilhadeira e transporte seguro da carga. Com isso, podemos identificar a existência de uma mesma técnica (τ_{12} , destaque em verde) para realizar o mesmo tipo de tarefa (T_1 , destaque em azul). A compreensão dessa técnica, a tecnologia (θ_1), envolve o entendimento do conceito *torque* por meio do *princípio da alavanca*. Identifica-se então um tipo de tarefa, uma técnica e uma tecnologia comum nas duas OPs. Por outro lado, a OP didática contém também outras tarefas como, por exemplo, a própria construção e o controle da empilhadeira (programando o NXT para controlar os motores e torre de elevação) fazendo uso do kit de robótica.

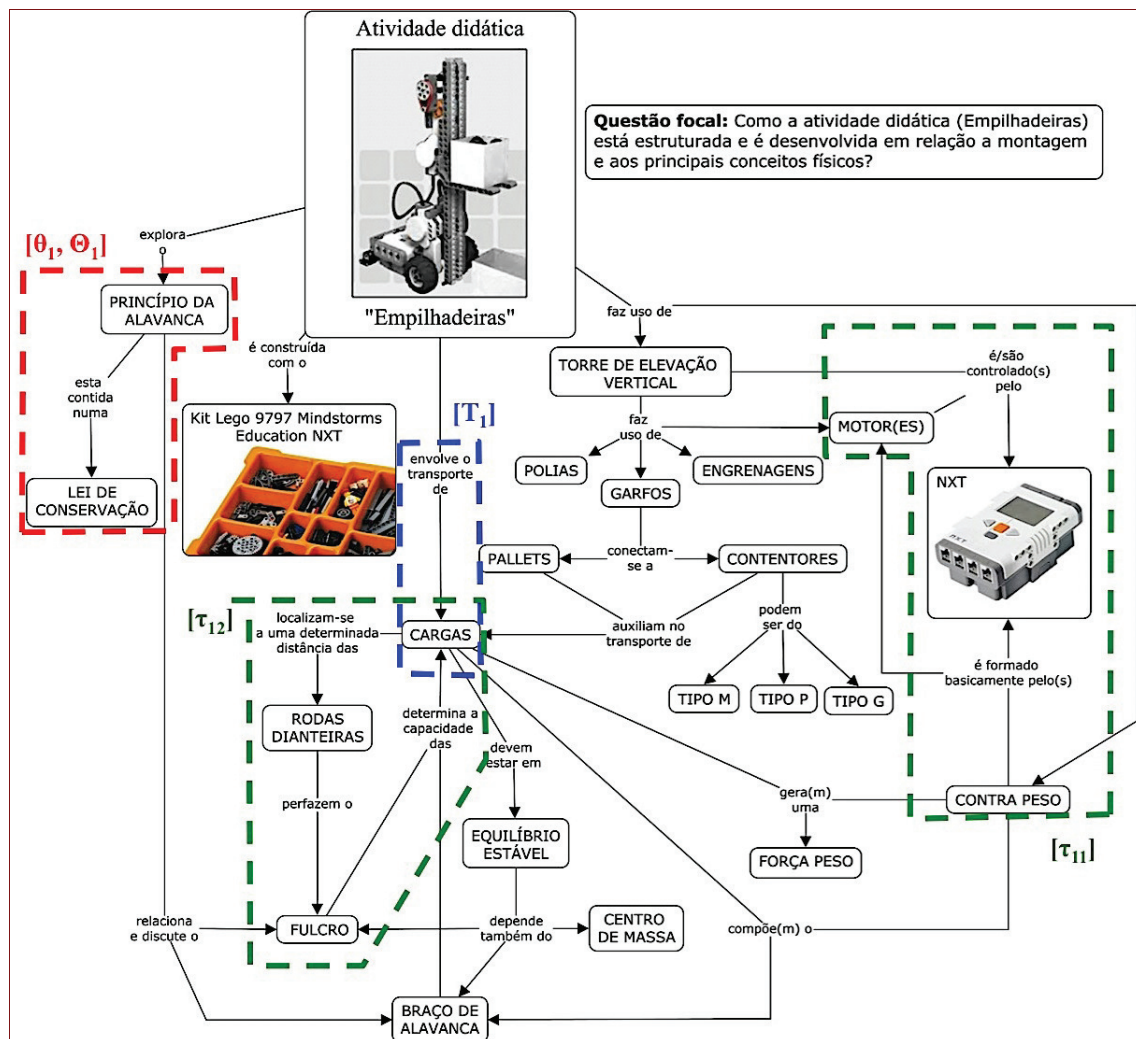


Figura 2 – Mapa conceitual referente aos principais aspectos estruturais e conceituais identificados na OP didática – atividade “empilhadeiras”.

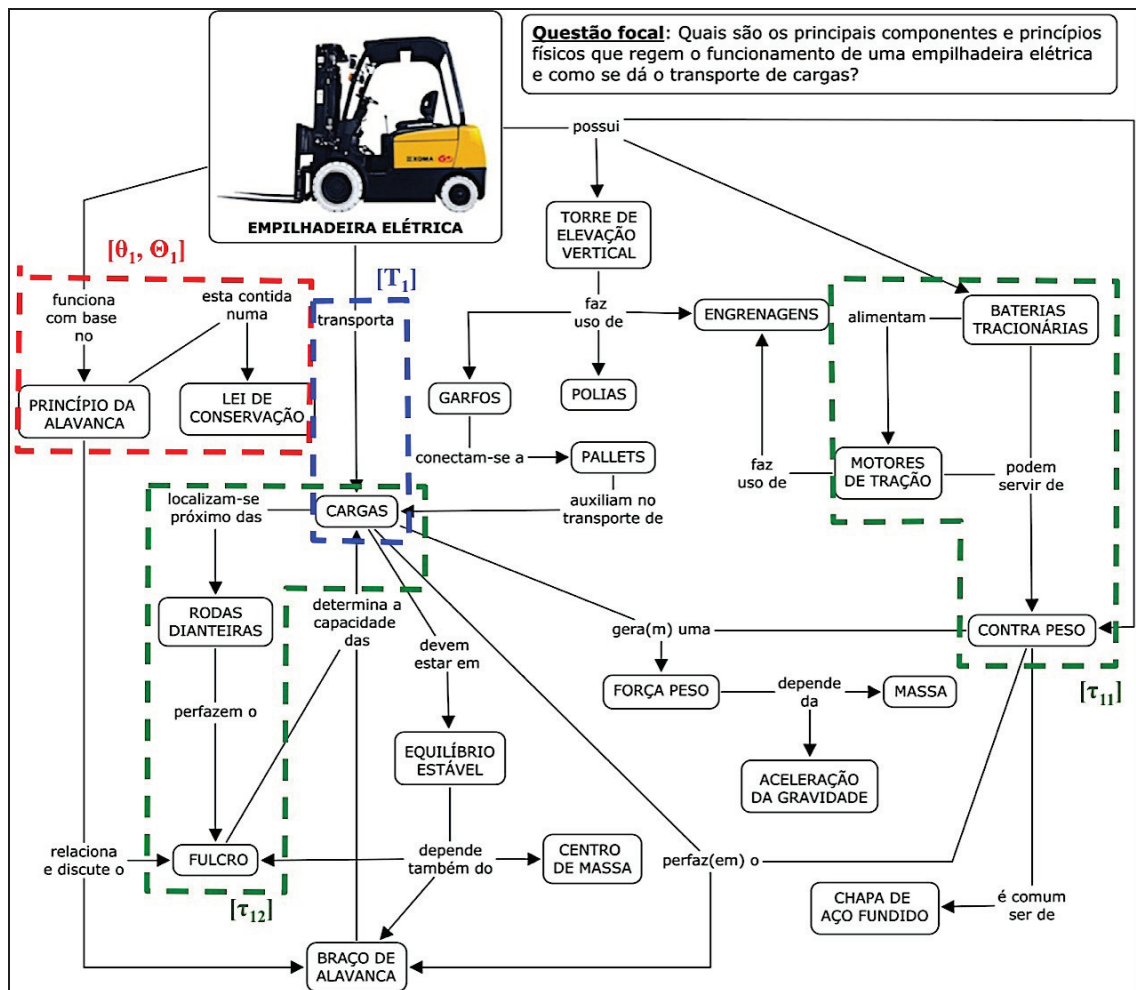


Figura 3 – Mapa conceitual referente aos principais aspectos estruturais e conceituais identificados na OP de referência – “transporte de cargas via empilhadeiras”.

Nota-se que em ambos os MCs (**Figura 2** e **Figura 3**) o conceito “Lei de Conservação”, Teoria $[\Theta_1]$ está contido no “Princípio da alavanca”, tecnologia $[\theta_1]$, formando o bloco tecnológico-teórico $[\theta_1, \Theta_1]$ (destaque em vermelho). Assim, dependendo da intenção didática do professor ao explorar esse contexto via a robótica educacional, é possível discutir ainda leis de conservação, ou seja, tratar da teoria que possibilita melhor compreender e justificar a tecnologia (princípio da alavanca). Isso pode ser feito ao se discutir que: ao mesmo tempo que o contrapeso da empilhadeira realiza trabalho (seja na prática social de referência ou na atividade didática), aplicando uma força peso sobre uma das extremidades do braço de alavanca responsável pela potência, a outra extremidade realiza trabalho sobre a carga, mantendo a empilhadeira em equilíbrio estável.

De um modo geral, a partir do contraste desses dois Mcs, percebe-se que a OP didática não reduziu os aspectos sociais da educação científica ao espaço físico proximal dos alunos, ou seja, a uma mera ilustração de práticas sem fins didáticos-pedagógicos mais profundos (Ricardo, 2010), uma vez que apresentou elementos praxeológicos (principalmente técnicos e tecnológicos) contidos na OP de referência, fomentando processos de contextualização. Essa análise gera indicadores que auxiliam numa possível reestruturação da atividade didática, principalmente para os casos em que não se identifica explicitamente correlações praxeológicas entre as duas OP. Interessante notar que, dessa maneira, podemos inverter todo o processo para auxiliar no planejamento e desenvolvimento de atividades didáticas fazendo uso da robótica educacional para melhor discutir determinadas práticas. Em outras palavras, ao invés de se utilizar o mapa conceitual para fomentar a análise da OP didática e de referência, pode-se desenvolver um mapa conceitual para investigar primeiramente a prática de referência que se deseja trabalhar, para então verificar as possibilidades de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias a serem exploradas e discutidas na OP didática.

3.1 Desenvolvimento de atividades

Se partirmos de uma determinada atividade humana, inserida numa dada realidade, podemos então investigar essa atividade tratando-a como uma OP de referência. Assim, dependendo da intenção didática, pode-se extrair dessa investigação preliminar quais elementos praxeológicos se deseja tratar ou são mais viáveis para se discutir na atividade didática (direta ou indiretamente).

Para ilustrar esse processo, tomamos como exemplo uma *lombada eletrônica*, presente em praticamente todos os grandes centros urbanos e rodovias. O princípio de funcionamento de algumas lombadas desse tipo envolve a perturbação do campo eletromagnético, gerado por bobinas instaladas na pista abaixo do asfalto. Duas bobinas (do tipo laço magnético) são posicionadas na pista a uma distância pré-determinada uma da outra. Tais bobinas são instaladas cerca de 20 metros antes da torre (que exibe a velocidade) e no sentido do fluxo do trânsito. Quando a velocidade registrada for superior ao limite permitido e a margem de tolerância for superada uma máquina fotográfica é acionada (BARBOSA et al, 2004). Utilizamos um mapa conceitual para sintetizar essa OP de referência e apresentar os principais componentes e princípios físicos que regem o funcionamento de uma lombada eletrônica (**Figura 4**). Caso seja de interesse do corpo docente, esse mapa pode ser desenvolvido pelo próprio aluno ao investigar determinado problema que lhe foi apresentado através da questão focal.

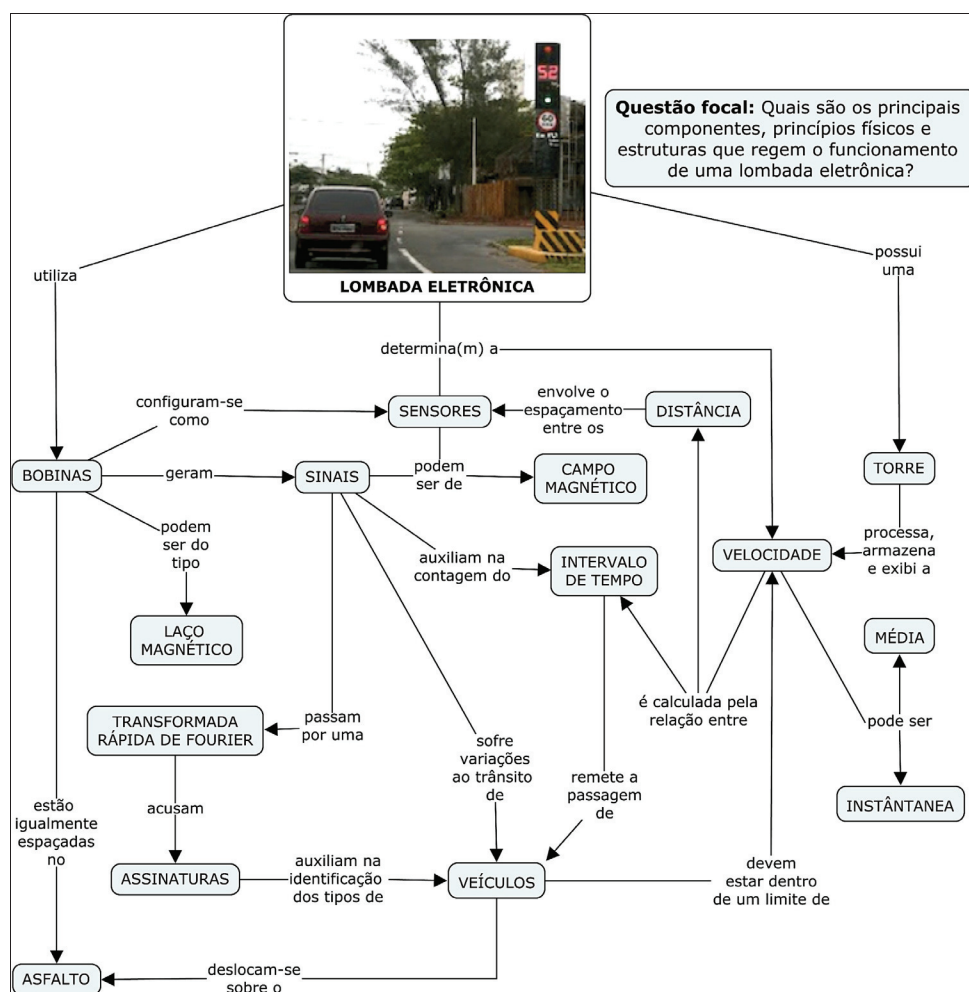


Figura 4 – Mapa conceitual referente aos principais aspectos estruturais e conceituais identificados na OP de referência: "Lombada Eletrônica".

Em primeira análise, esse mapa conceitual aponta inicialmente que o principal tipo de tarefa é a determinação da velocidade de veículos que se deslocam sobre o asfalto, e a principal técnica associada a esse tipo de tarefa é dispor na pista sensores (nesse caso, bobinas do tipo laço magnético) de tal modo que os sinais gerados possam auxiliar na determinação do tempo transcorrido na passagem dos veículos. Sabendo-se do tempo e da distância entre os sensores, calcula-se a velocidade por meio da torre (módulo de processamento), que pode armazenar essa informação e exibir em um *display*. Assim, é possível transpor para a OP didática exatamente o mesmo tipo de tarefa (determinar a velocidade) e a mesma técnica contida na OP de referência (utilizar o sinal de sensores igualmente espaçados para mensurar o tempo transcorrido na passagem dos

veículos), tratando dessa maneira de tecnologias como, por exemplo, equações horárias do movimento retilíneo (uniforme ou variado) e conceitos físicos de velocidade média, velocidade instantânea, aceleração média e aceleração instantânea.

Por fim, é interessante notar que, fazendo uso de componentes da robótica educacional, é possível desenvolver ainda várias montagens que permeiam diferentes técnicas para cumprir uma mesma tarefa (determinar a velocidade do veículo). É possível se valer de vários tipos de sensores, desde o ultrassom e infravermelho até o sensor de luz, bem como de diferentes materiais e montagens, onde o aluno é levado a investigar a melhor opção, tanto em termos de eficiência na medição quando em termos de complexidade da montagem. Desse modo, sua criatividade é valorizada e o raciocínio lógico para a resolução do problema torna-se de suma importância, envolvendo conceitos físicos e matemáticos, além de promover atividades colaborativas por meio dos processos de montagem dos veículos, da lombada e estratégias para aferição da velocidade. Isso potencializa o aumento do grau de liberdade e protagonismo do educando, permitindo que sua criatividade seja explorada sob diferentes aspectos na resolução dos problemas propostos, revisitando o mundo ao seu redor sob novas perspectivas e ampliando suas possibilidades de ação e compreensão.

4 Conclusões

Constatou-se que os mapas conceituais auxiliam tanto na análise da OP de referência quanto da OP didática, uma vez que promovem a sistematização, organização e comparação dos principais constituintes praxeológicos (T , τ , θ e Θ) identificados e/ou considerados mais relevantes em cada uma e entre elas. Além disso, mapas conceituais que buscam responder questões focais sobre determinadas práticas sociais de referência, mostram-se como ferramentas metodológicas adequadas no planejamento e estruturação de atividades didáticas, pois expõem elementos tanto do bloco prático-técnico quanto do tecnológico-teórico identificados na OP de referência. Por meio de instrumentos da robótica educacional, como sensores de diferentes tipos, esses dois blocos podem, por exemplo, desencadear em novas técnicas para se resolver um mesmo problema. Isso tem potencial de estimular a criatividade, o desenvolvimento de atividades colaborativas e de investigação ao longo do processo de ensino e aprendizagem de saberes disciplinares, a exemplo do caso da física através da discussão de tecnologias como equações horárias do movimento retilíneo uniforme ou variado.

5 Agradecimentos

Especiais agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) e à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pelo fomento recebido.

Referências

- Barak, M., Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), pp. 289-307.
- Barbosa, H. M.; et al (2004). Sistema de identificação de veículos por meio de laços de indução: um projeto integrado de ensino e desenvolvimento tecnológico. *In*. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Florianópolis - SC. Atas do XVIII ANPET.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3).
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques (Revue)*, Pensée sauvage 19(2), 221-265.
- _____, (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. *In*. L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Ed.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica*, Universidad de Jaén, pp. 705-746.
- Church, W.; Ford, T.; Perova, N.; Rogers, C. (2010). Physics with robotics: Using LEGO® MINDSTORMS® in high school education. Paper presented at the Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Spring Symposium Series, Stanford University.
- Cruz-Martín, A., et al. (2012). A LEGO Mindstorms NXT approach for teaching at Data Acquisition, Control Systems Engineering and Real-Time Systems undergraduate courses. *Computers & Education* 59, 974-988.

- Delizoicov, D. (2005). Problemas e Problematisações. In. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Maurício Pietrocola (org). Editora UFSC, 2ª edição, Florianópolis.
- Lowe, M.; Moore, H.; Langrall, E.; Gehrman, C. (2008). Robots in the introductory physics laboratory. American Association of Physics Teachers, 76(10), p. 895-902.
- Martinand, Jean-Louis. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. À propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. In. A. Giordan, J.-L. Martinand (Éds.), Diffusion et appropriation du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation, Actes des troisièmes Journées internationales sur l'éducation scientifique, pp. 149-154. Paris : UER Didactique, Uni. Paris 7.
- _____, (2003). La question de la référence en didactique du curriculum. Investigações em Ensino de Ciências, 8(2), pp. 125-130.
- Mitnik, R.; Recabarren, M.; Nussbaum, M.; Soto, A. (2009). Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. Computers & Education, 53(2).
- Mortensen, M. F. (2010). Analysis of the Educational Potential of a Science Museum Learning Environment: Visitors' experience with and understanding of an immersion exhibit. International Journal of Science Education, 33(4), pp. 517-545.
- Nogueira, R. C. S. (2008). A álgebra nos livros didáticos do ensino fundamental: uma análise praxeológica. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Humanas e Sociais.
- Novak, J. D., Cañas, A. J. (2010). The Universality and Ubiquitousness of Concept Maps. In. Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping. Viña del Mar, Chile.
- _____, (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC 2006-01 Rev. 01-2008. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Pietrocola, M.; et al. (2010). Fascículo de Educação para a Vida Zoom: MÁQUINAS E EQUILÍBRIO - ensino médio, 1º ano. vol. 4, Curitiba - PR : Zoom Editora Educacional, v.4. p.68. ISBN: 978-85-7919-062-9.
- Ricardo, E. (2010). Problematisação e contextualização no ensino de Física. In. Ensino de Física. Coleção ideias em ação. Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.). São Paulo: Cengage Learning. ISBN 978-85-221-1062-9.
- Schivani, M., Brockington, G., Pietrocola, M. (2013). Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. Revista de Educacion de las Ciencias, v.14, p.32-36.
- Schivani, M. & Pietrocola, M. (2013). The Contextualization in the Teaching Physics through of instruments of the Educational Robotics: analysis of activities by Verisimilar Praxeology. In: IVth International Congress on the Anthropological Theory of Didactics (ATD), Toulouse (France). Atas do 4CITAD.
- Wang, E. L.; Lacombe, J.; Rogers, C. (2004). Using LEGO® Bricks to Conduct Engineering Experiments. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, session 2756.
- Zanardi, D. C.; Pereira, V. S.; Kneubil, F. B. (2012). Organização praxeológica de saberes escolares: uma comparação da equação de clapeyron em livros de física e química. WCPE - The World Conference on Physics Education. WCPE 2012, Book of Abstracts.

MAPAS CONCEITUAIS NUMA EMPRESA INTEGRADA DE ENERGIA

Wilson Luiz Lanzarini, Universidade Petrobras, Brasil
Email: lanzarini@petrobras.com.br, www.petrobras.com.br

Resumo. A utilização de mapas conceituais para o mapeamento cognitivo e a representação de conjuntos de conceitos com estruturas relacionais, organizados em hierarquias e inter-relacionamentos, constitui um método para análise e síntese de conhecimento, podendo ser utilizado em processos de ensino-aprendizagem e empresariais. Neste trabalho, são apresentadas as bases teóricas exploradas, as motivações iniciais e continuadas, as realizações, incluindo alguns exemplos de aplicação, assim como os meios e os desafios da utilização de mapas conceituais em diferentes áreas de uma empresa integrada de energia, a Petrobras. O objetivo é de fomentar a inovação e a resolução de problemas nos processos de ensino-aprendizagem, pesquisa e desenvolvimento, gestão e negócios, e operacionais.

Palavras-chave: conhecimento, empresa, ensino, inovação, energia.

1 Introdução

Na atualidade, o ambiente empresarial (e a sociedade como um todo) vem incorporando uma grande oferta de recursos digitais, ambientes e sistemas computacionais, muito úteis e válidos para disseminação e busca de informação e conhecimento; contudo, estes mesmos recursos produzem, ao mesmo tempo, a fragmentação de conteúdos, muitas vezes não incorporando e favorecendo processos de análise e síntese de conhecimento. A utilização de mapas conceituais para o mapeamento cognitivo e a representação de conjuntos de conceitos (e proposições) com estruturas relacionais, organizados em hierarquias e inter-relacionamentos (Novak & Cañas, 2006), constitui um método para análise e síntese de conhecimento, podendo ser utilizado para finalidades de ensino-aprendizagem e empresariais, dentre outras (Novak & Cañas, 2010).

A Petrobras, uma empresa integrada de energia (Figura 1), através da sua universidade corporativa, a Universidade Petrobras (UP) vem procurando incorporar, disseminar e aplicar a metodologia de mapas conceituais (Lanzarini, 2010, 2011, 2014), tendo como meta fomentar a inovação nos processos de ensino-aprendizagem, pesquisa e desenvolvimento, gestão e negócios, e operacionais. Neste trabalho (Figura 2), são apresentadas as bases teóricas exploradas, as motivações iniciais e continuadas, as realizações, incluindo alguns exemplos de aplicação, assim como os meios e os desafios da utilização de mapas conceituais na empresa.

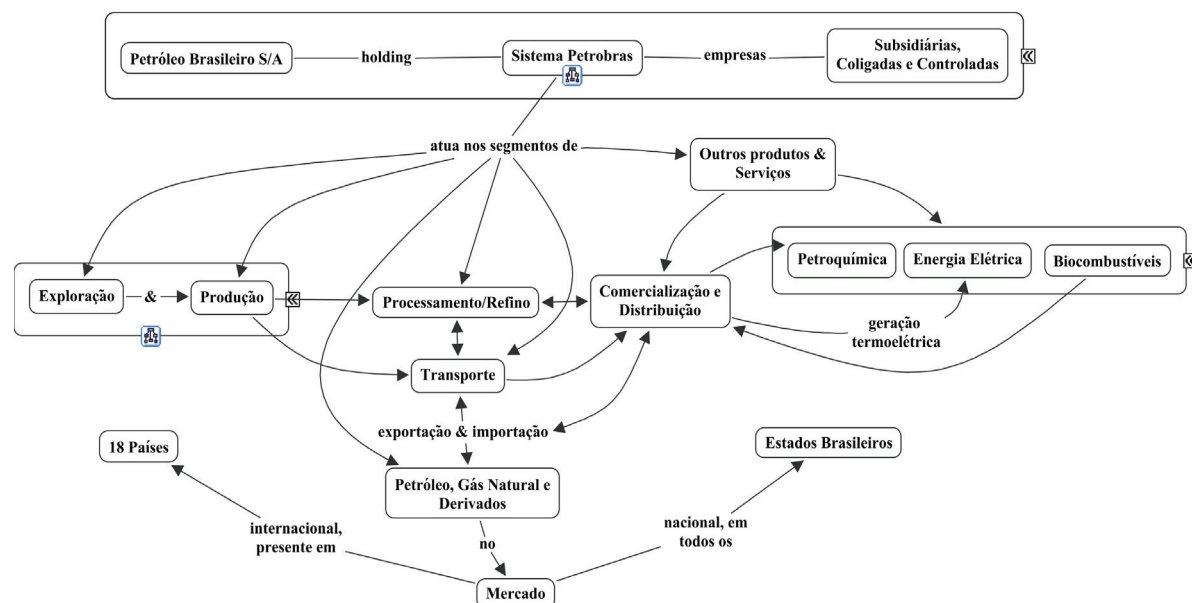


Figura 1: Mapa conceitual mostrando a integração dos segmentos de negócio da Petrobras, uma empresa de energia (baseado em Petrobras, 2014).

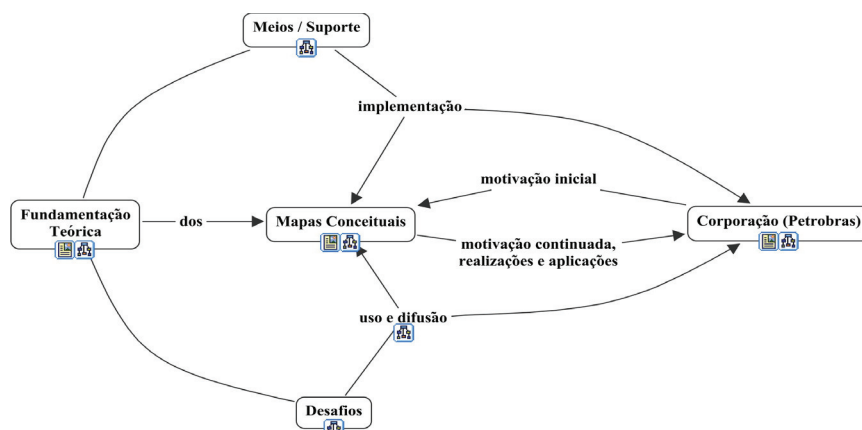


Figura 2: Motivações, meios, fundamentação teórica e desafios da utilização de mapas conceituais na Petrobras.

2 Motivações, Realizações e Meios

As motivações para a utilização de mapas conceituais na empresa (Figura 3) decorreram, inicialmente, da realização, em 2008, do curso de “Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais”, para professores e orientadores didáticos da Universidade Petrobras (UP), ministrado por um professor externo. A partir deste curso, e da realização do (primeiro) mapa conceitual da geologia do petróleo (realizado à mão) como exercício do curso, passou-se a aplicar esta metodologia em alguns dos conteúdos de programas e cursos da UP (Kuenzer *et al.*, 2010, Lanzarini, 2011) com a utilização do *software IHMC CmapTools*, para ambiente *Windows*, homologado pela Petrobras (Figura 4).

As motivações (e realizações) continuadas para a utilização desta metodologia decorrem de vários objetivos e processos: (1) o mapeamento conceitual exaustivo da área de conhecimento da geologia do petróleo e do processo de exploração e produção; (2) a criação, em 2009, e as contínuas realizações do curso de “Mapas Mentais e Mapas Conceituais”, na UP, demandado pela área de gestão de conhecimento da empresa e com resultados expressivos, na forma de centenas de profissionais treinados e de seus mapas conceituais, das várias áreas ou unidades da empresa; (3) a realização de apresentações, publicações, consultorias e treinamento individualizado ou em pequenos grupos, sobre mapas conceituais; (4) e que decorre das anteriores, a demanda e a realização de mapeamento conceitual para a solução de problemas operacionais e tecnológicos da empresa. Algumas destas motivações e realizações são apresentadas neste trabalho na forma de exemplos de aplicação de mapas conceituais.

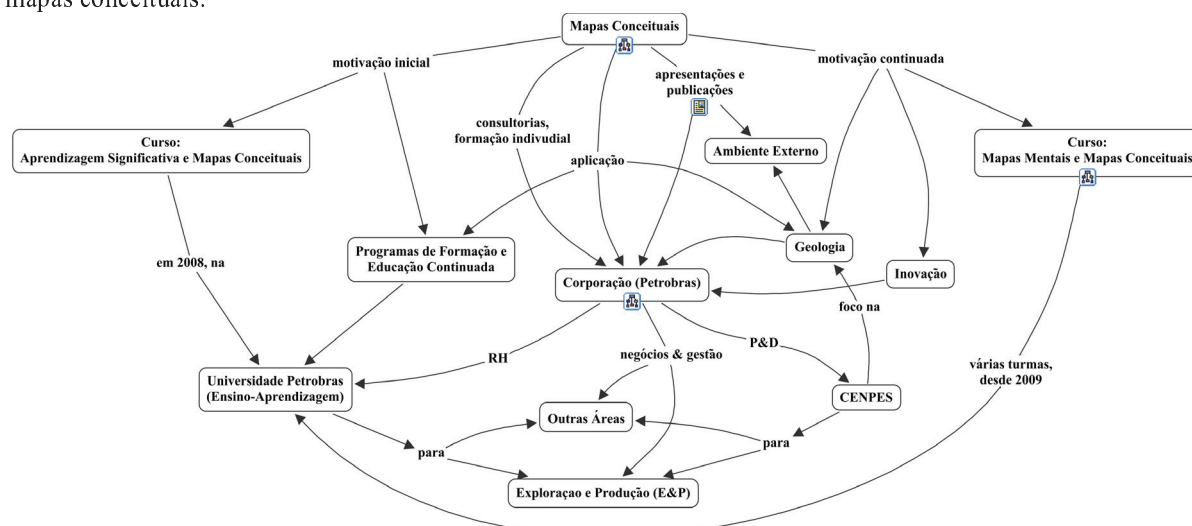


Figura 3: Motivações iniciais e continuadas e realizações de mapas conceituais na Petrobras.

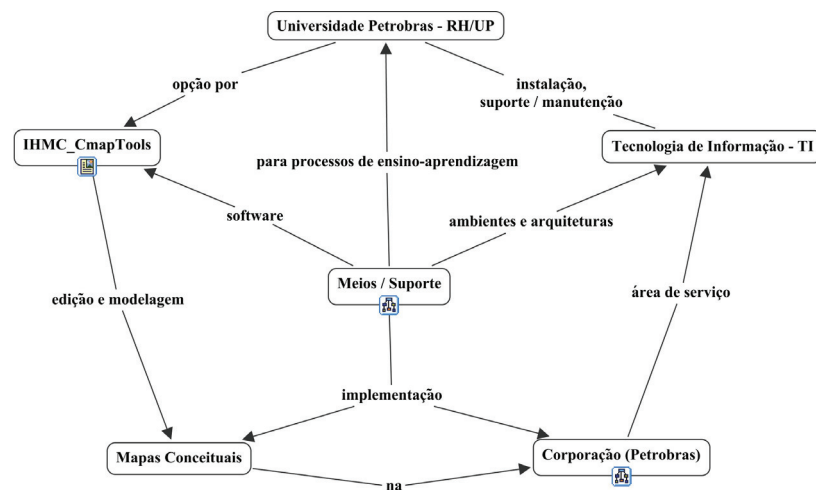


Figura 4: Meios e suporte para o desenvolvimento de mapas conceituais na Petrobras.

3 Desafios e Bases Teóricas

Os desafios e oportunidades (Figura 5) do uso e difusão de mapas conceituais na empresa envolvem aspectos relacionados à portabilidade do software, à formação de multiplicadores da metodologia e ao estabelecimento de estratégias específicas para profissionais de diferentes formações, categorias e níveis profissionais. Um dos desafios presentes é de incorporar mapas conceituais às práticas corporativas de P&D, gestão tecnológica, gestão do conhecimento, de processo e de projeto; e como uma oportunidade premente, vinculada ao programa de incentivo ao desligamento (aposentadoria) voluntário, em andamento, aparece o mapeamento conceitual especializado por aqueles profissionais apontados para que num prazo de seis meses a dois anos registrem e transfiram seus conhecimentos e competências.

As bases teóricas exploradas (Figura 6), para além da aprendizagem significativa e mapeamento conceitual (Novak, 2010), incluem conteúdos de filosofia do conhecimento, particularmente os aspectos ligados aos processos de análise e síntese de conhecimento, e também conteúdos de neurociência, como processos relacionados à motivação e memória; também foi explorado o conceito de pessoa humana, base para os conceitos ligados ao profissional, empregado da empresa e detentor de conhecimento tácito, passível de ser mapeado e explicitado.

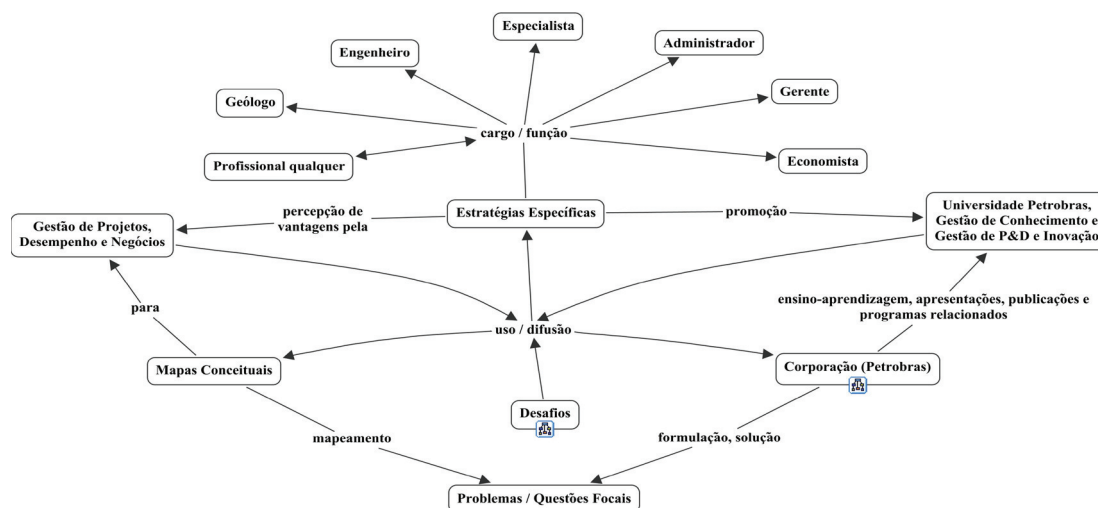


Figura 5: Desafios para a utilização e difusão de mapas conceituais na Petrobras.

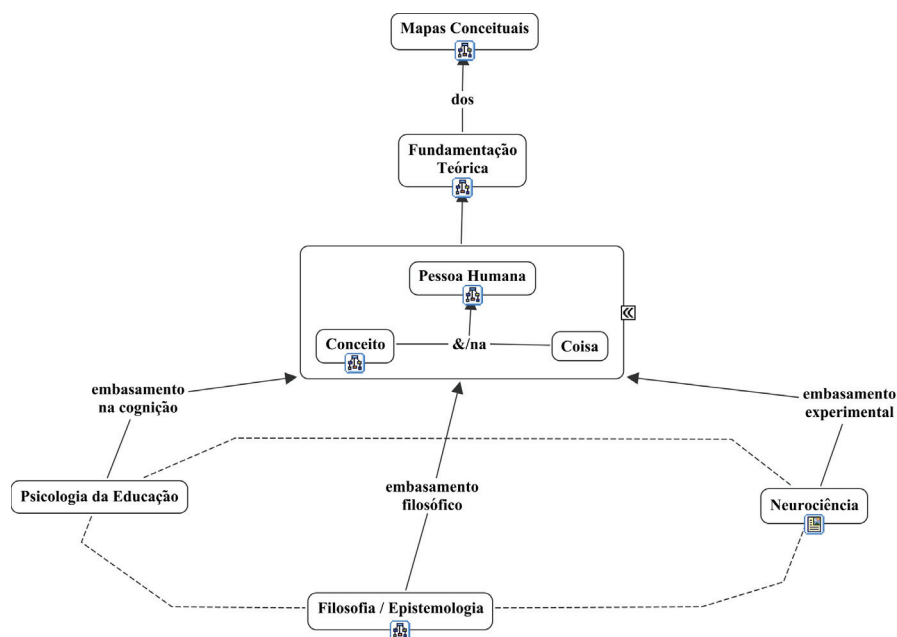


Figura 6: Fundamentação teórica de mapas conceituais.

4 Aplicações de Mapas Conceituais na Petrobras

São muitos os exemplos de aplicações de mapas conceituais em diferentes áreas e atividades da Petrobras (Figura 7). São apresentados a seguir alguns mapas conceituais, apenas como exemplos (Figuras 8 a 12), omitindo-se as explanações (seus conteúdos e contextos de aplicação) necessárias para o completo entendimento dos mesmos.

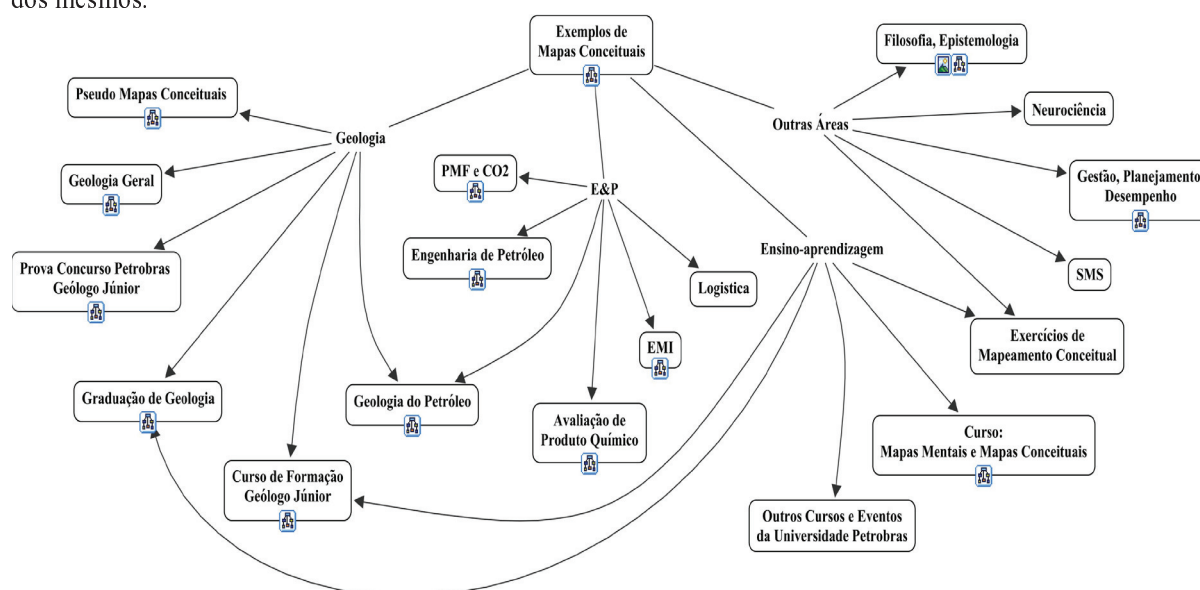


Figura 7: Algumas das áreas de aplicação de mapeamento conceitual na Petrobras.

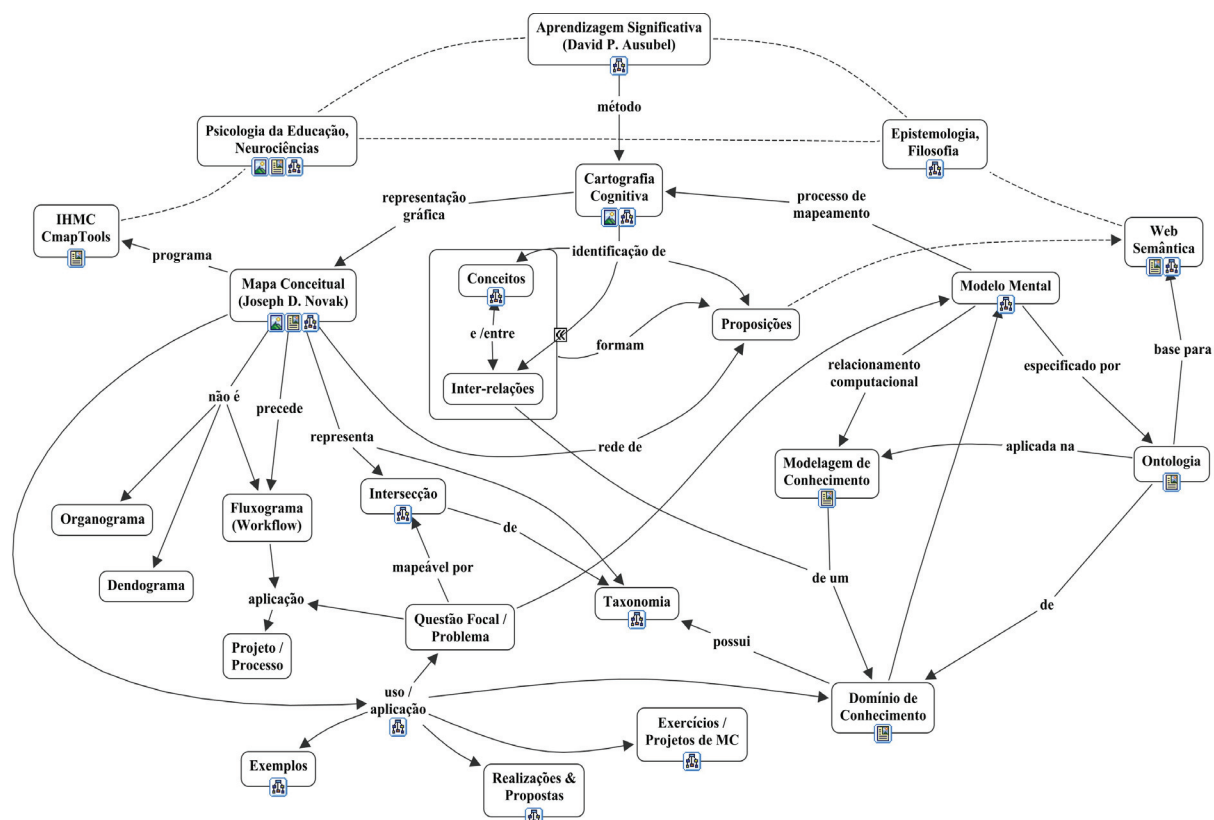


Figura 8: Mapa conceitual do conteúdo programático do curso de “Mapas Mentais e Mapas Conceituais” da Universidade Petrobras.

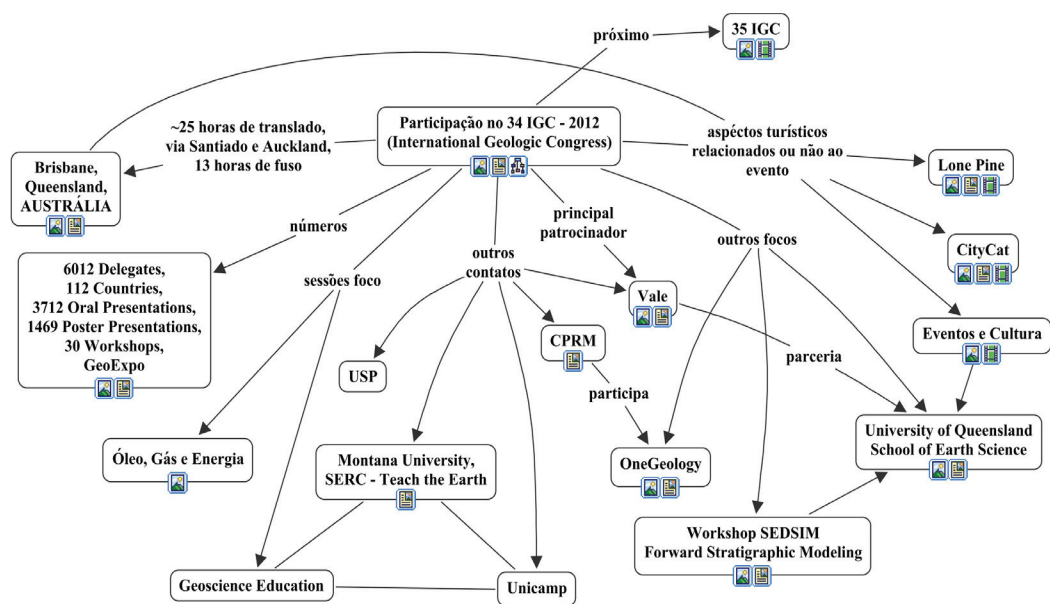


Figura 9: Mapa conceitual sobre participação no 34IGC 2012, Brisbane.

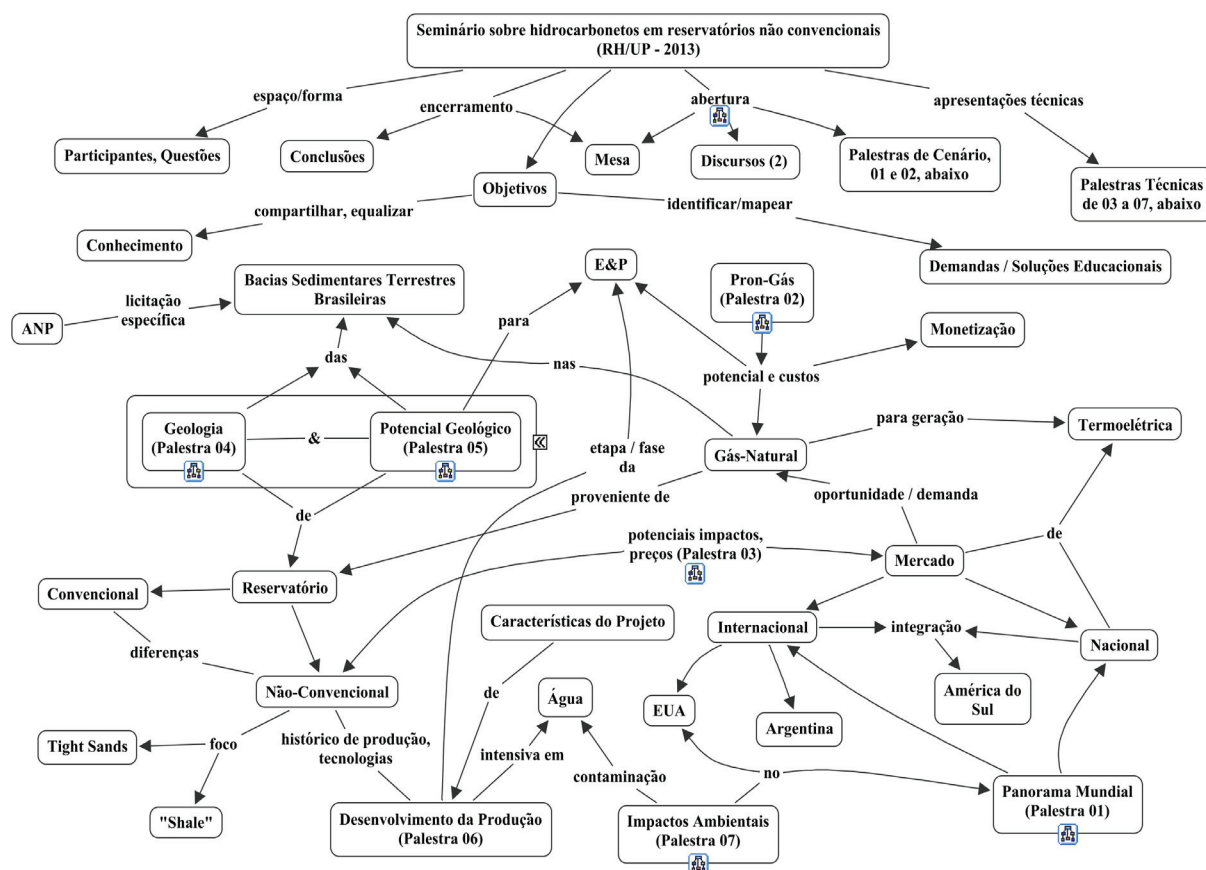


Figura 10: Mapa conceitual do conteúdo do seminário sobre hidrocarbonetos em reservatórios não convencionais.

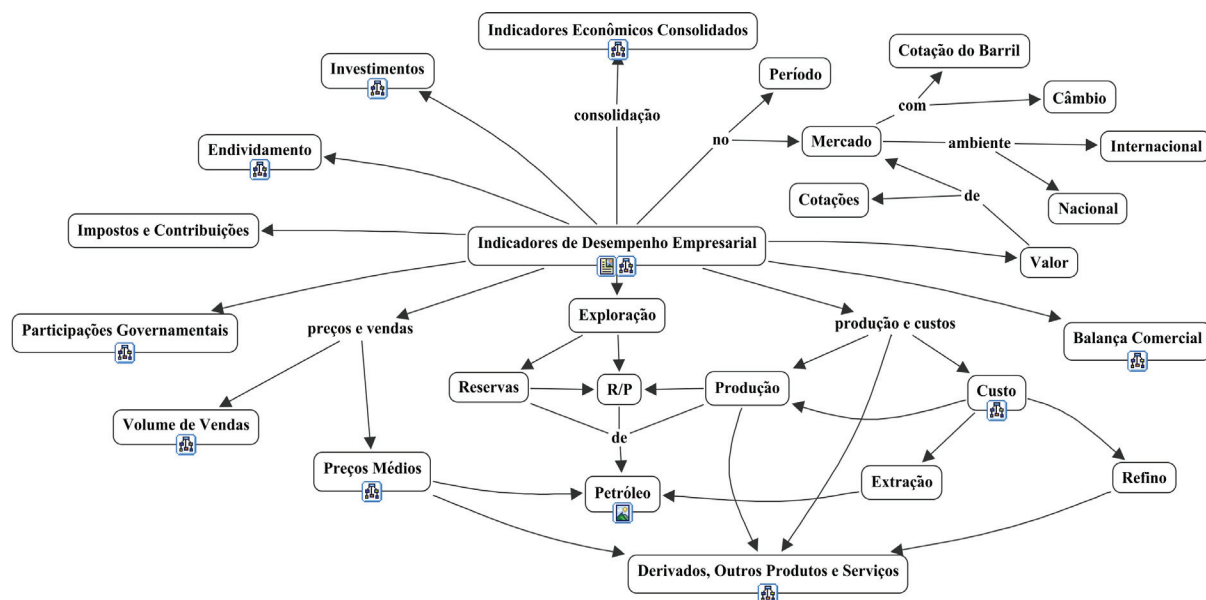


Figura 11: Mapa conceitual sobre indicadores e variáveis de desempenho de uma empresa de petróleo (Lanzarini, 2014).

5 Sumário

O cenário aqui apresentado de capacitação, difusão e utilização de mapas conceituais numa empresa integrada de energia, assim como os resultados parciais alcançados nestes cinco últimos anos, aponta para a necessidade e viabilidade de uma plena utilização desta metodologia na Petrobras. A empresa, intensiva em conhecimento,

tecnologia e investimentos, possuindo uma vasta carteira de projetos, demanda cada vez mais metodologias cognitivas, criativas e motivadoras, como a de mapeamento conceitual, para a gestão de seu capital de conhecimento e como suporte à inovação para resolução de problemas.

6 Agradecimentos

Agradecimentos são devidos para a Petrobras como um todo, pelo apoio e incentivo, com destaque para as gerências nas quais estou vinculado, Gerência Executiva de Recursos Humanos (PETROBRAS/RH) e Gerência Geral da Universidade Petrobras (RH/UP). Agradecimentos especiais aos colegas das várias áreas da empresa que realizaram o curso de “Mapas Mentais e Mapas Conceituais” e/ou que interagiram comigo em trabalhos de mapeamento conceitual, muitos dos progressos, iniciativas e resultados decorreram de suas ideias e sugestões.

Referencias

- Kuenzer, A.Z., Lanzarini, W.L., & Taveira, E.B. (2010) Concept mapping in corporate education: experiences at Petrobras University. *In: Concept Mapping: Capturing, Analyzing and Organizing Knowledge*, Moon, B.M. *et al.*, Eds, CRC Press, Chapter 11, pp. 215-227.
- Lanzarini, W.L. (2010) Geologia do petróleo através de mapas conceituais. *In: 45º Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém, Pará, Anais de Resumos, *CD*.
- Lanzarini, W.L. (2011) Concept mapping of petroleum geology. *In: 73th EAGE Conference & Exhibition*, Vienna. Conference Proceedings *DVD*, Paper 367 (P367).
- Lanzarini, W. L. (2014). Mapeamento Conceitual e Modelagem de Conhecimento da Exploração e produção (E&P). Rio Oil & Gas 2014 (IBP 1887_14).
- Novak, J.D. (2010). Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. Routledge Ed., Second Edition, 317 p.
- Novak, J.D., & Cañas, A.J. (2006) The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical Report, IHMC CmapTools, Rev. 01-2008. Available at: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Novak, J.D., & Cañas, A.J. (2010). The universality and ubiquitousness of concept maps. *In: Concept Maps: Making Learning Meaningful*, Fourth Int. Conference on Concept Mapping, Proc., J.Sánchez, A.J.Cañas, J.D.Novak, Eds., Viña del Mar, Chile. Available at: <http://cmc.ihmc.us/cmc2010papers/cmc2010-p1.pdf>
- Petrobras (2014). Relatório de Sustentabilidade 2013, 73 p. <http://www.petrobras.com.br/pt/sociedade-e-meio-ambiente/relatorio-de-sustentabilidade/>

MAPAS CONCEPTUALES SUCESIVOS DEPURADOS PARA FACILITAR UN PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Irma Z. Sanabria, María Ramírez de M., Neyra Tellez & Mario Aspee, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela

Email: marimant@unet.edu.ve

Resumen. Se reporta una estrategia que emplea mapas conceptuales sucesivos depurados para ayudar al docente a comprender y desarrollar el proceso de una investigación. Esta estrategia se sustenta en trabajos previos realizados por los autores sobre la forma en la que estudiantes y profesores procesan información y construyen su conocimiento y responde a la necesidad de contar con herramientas que faciliten la comprensión y organización de un proceso investigativo. La estrategia consiste en la construcción de mapas conceptuales sucesivos depurados de cada una de las fases de investigación y de mapas de la propia investigación en cada una de estas fases. Este estudio, amparado en el paradigma cualitativo, se realizó con una muestra intencional de diez profesores que debían desarrollar una investigación. Se usó el método dialógico crítico para las discusiones entre el tutor/asesor y cada uno de los investigadores. Los resultados permiten afirmar que la estrategia ayuda al docente a comprender y organizar las distintas fases involucradas en un proceso investigativo.

Palabras Claves: mapas conceptuales sucesivos depurados, proceso de investigación, método dialógico crítico.

1 Introducción

Este trabajo reporta una estrategia que emplea mapas conceptuales sucesivos depurados para ayudar al docente universitario a comprender y desarrollar el proceso sistemático que debe seguir en la realización de un trabajo de investigación. Esta estrategia está sustentada en investigaciones anteriores (Ramírez de M, Sanabria y Aspeé, 2006; Ramírez de M., Sanabria, Téllez, Quintero y Aspeé, 2012) relacionadas con la forma en la que estudiantes y profesores procesan información y construyen su conocimiento, y en el uso de los mapas conceptuales como herramienta heurística para facilitar estos procesos.

Se quiere responder a la necesidad que tienen los investigadores de contar con herramientas adecuadas que les faciliten la comprensión y organización de su proceso de investigación. Esta estrategia le facilita al docente enfrentar su proceso investigativo construyendo y mejorando progresivamente sus propios mapas conceptuales. Se busca que el docente haga metacognición al revisar y reflexionar acerca de los pasos y procesos seguidos en su trabajo. La estrategia consiste en la construcción individual de mapas conceptuales sucesivos depurados de cada una de las fases de una investigación educativa, y a su vez de mapas que el investigador desarrolla en cada una de estas fases para orientar su propio trabajo.

La investigación se sustenta en el paradigma cualitativo. Se seleccionó una muestra intencional de diez docentes que enfrentaban sus procesos de investigación. Se usó el método dialógico crítico para las discusiones entre el tutor o asesor y cada uno de los docentes, a lo largo del tiempo requerido para desarrollar sus investigaciones. La recolección de información se hizo a través de los mapas conceptuales sucesivos depurados, la observación participante y grabaciones de audio de las discusiones entre el tutor/asesor y los investigadores. Con base en los resultados obtenidos es posible afirmar que la estrategia ayuda al docente a comprender las distintas fases involucradas en un proceso investigativo y contribuye a que pueda visualizar los puntos débiles de su investigación y a organizar los procesos que le permitan culminar con éxito su trabajo.

2 Mapa Conceptual

El mapa conceptual es una herramienta heurística de gran ayuda en la construcción del conocimiento. Se define como una representación gráfica que intenta, desde la perspectiva del que lo construye, responder a una idea o conjunto de ideas sobre un tema o un concepto central. Se inicia a partir de un concepto inclusor y se van estableciendo relaciones significativas con otros conceptos subordinados (Novak y Cañas, 2006). En el mapa conceptual se presentan conceptos unidos a través de palabras enlace que forman proposiciones (oraciones que tienen un valor de verdad), y de la unión de diversas proposiciones van construyéndose estructuras conceptuales más complejas. En la elaboración de un mapa se evidencian los principios básicos del aprendizaje significativo

de organización jerárquica, diferenciación progresiva y reconciliación integradora (Ramírez de M, Sanabria y Aspeé, 2006).

Este recurso facilita el aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento y está ampliamente referenciado su uso (Afamasaga, 2009). De igual modo ha demostrado ser una herramienta efectiva para ayudar a aprender temas diversos y para orientar el análisis cualitativo de resultados de una investigación (Daley, 2004).

2.1 Mapa Conceptual Sucesivo Depurado

La estrategia de los mapas conceptuales sucesivos depurados fue empleada por primera vez en la Universidad Nacional Experimental de Táchira (UNET), Venezuela, para conseguir lo que se llamó la borrosidad decreciente en la comprensión de temas complejos (Ramírez, Aspee y Sanabria, 2006). El mapa conceptual sucesivo depurado es un mapa construido por un alumno sobre un tópico, y modificado posteriormente a partir de la reflexión propia y la discusión con el profesor quien orienta el proceso, dando origen a versiones sucesivas mejoradas del mismo mapa. Esa borrosidad decreciente según los autores, tiene que ver con la disminución continua de aspectos poco claros, relaciones inadecuadas y la confusión de conceptos o proposiciones en los mapas que se van elaborando.

A partir de entonces se comenzó a utilizar el mismo principio para ir construyendo, de manera idiosincrásica, el camino de investigación para el desarrollo de trabajos de grado de maestría y tesis de doctorado de algunos miembros del grupo al que pertenecen los autores de este trabajo, dado que resulta evidente que este proceso favorece altamente el desarrollo de la metacognición. Paralelamente se ha empleado, primero para mejorar el proceso de resolución de problemas de alumnos de Física I (Ramírez de M., Sanabria, Téllez y Aspeé, 2012) y después para mejorar la comprensión del mismo proceso con los profesores de Física (Ramírez de M., Sanabria, Téllez, Quintero y Aspeé, 2012). Con los resultados obtenidos se fue perfilando más claramente la manera de utilizar los mapas hasta afinar la estrategia que se presenta en el aparte 4.

3 El Problema

Los docentes universitarios son profesionales de distintas áreas del conocimiento que en algún momento de su vida académica deben formular proyectos de investigación. En la mayoría de los casos estos profesores no cuentan con herramientas adecuadas que les facilite la organización de su proceso de investigación ni tienen la oportunidad de formarse en ese campo casi desconocido para ellos.

Por esto se hizo necesario crear una estrategia de trabajo que les facilite a los profesores que realizan investigación en estudios de postgrado y a los investigadores noveles, el proceso de planificar, dirigir y controlar su proyecto de investigación. Este trabajo se centra en la descripción de esa solución: una estrategia que utiliza la herramienta heurística del mapa conceptual para la comprensión y organización de las fases de una investigación educativa.

4 La Solución Propuesta: La Estrategia

El propósito de esta estrategia es facilitar al participante la comprensión de cada etapa del proceso investigativo por una parte y por la otra orientarlo a que, usando su metacognición, pueda reflexionar sobre los procesos seguidos de su propio trabajo desarrollado en cada etapa. Esta estrategia consiste en la construcción individual de mapas conceptuales sucesivos depurados de dos tipos: (a) mapas de los conceptos teóricos de cada fase del proceso de investigación educativa; y (b) mapas de cada etapa del proceso en función de su propia investigación. Estos se van modificando, si es necesario, a partir del diálogo recursivo entre el docente investigador y su tutor o asesor hasta que el docente logra aclarar esa etapa de su proceso de investigación. A medida que el mapa conceptual se corrige o mejora, disminuye la ambigüedad y confusión y se clarifican las ideas del investigador. La construcción de mapas conceptuales sucesivos depurados depende del diálogo recursivo permanente del participante con el tutor o asesor.

Debe destacarse que las fases del proceso de investigación obviamente se deben adaptar al paradigma y al tipo de investigación que se va a realizar. Una vez el tutor y el participante deciden esos aspectos, el tutor orienta el trabajo en cada fase, de acuerdo con los pasos que se describen a continuación (Ver Figura 1).

4.1 Asignación de la tarea: construcción de los mapas conceptuales de cada fase

El tutor o asesor pide a cada participante la construcción de (1) un Mapa conceptual de cada fase del proceso educativa y (2) un Mapa de su propio trabajo de investigación en esa fase.

El primer mapa a desarrollar es del *problema de investigación* y a medida que el participante avanza se le pide que inicie un segundo mapa conceptual para explicar su propio problema de investigación.

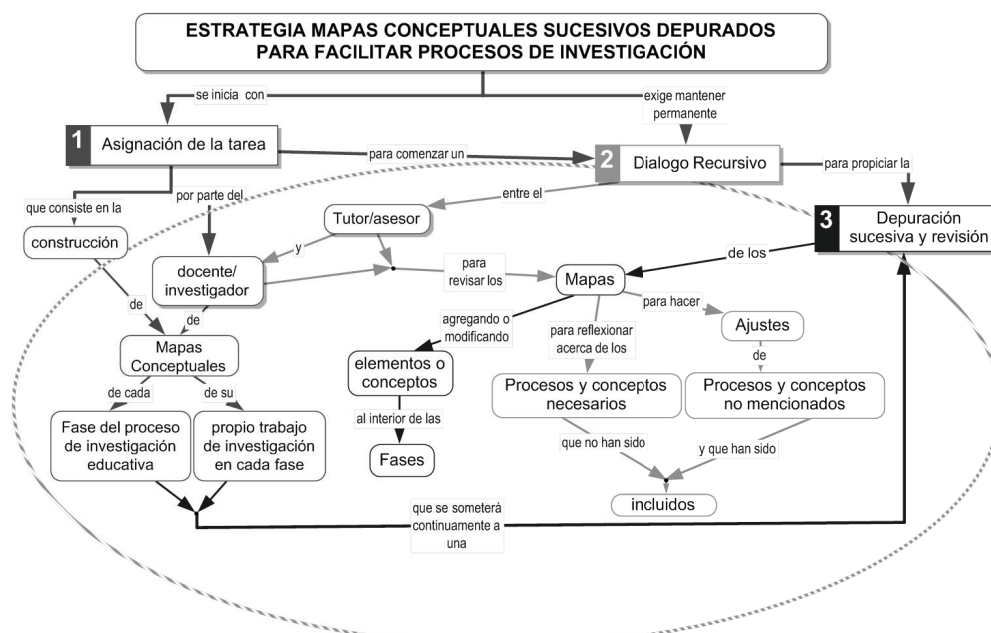


Figura 1: Mapa conceptual de la estrategia

4.2 Dialogo Recursivo sobre los mapas conceptuales

Con cada mapa elaborado se inicia un diálogo permanente del investigador con el tutor o asesor en la búsqueda de propiciar la reflexión del investigador sobre aspectos que dependen de cada etapa de la investigación. Cada mapa es analizado identificando las características de borrosidad en los conceptos manejados por los investigadores con el fin de que ellos se hagan conscientes de sus debilidades sobre el tema.

4.3 Depuración sucesiva y revisión de mapas

Se les solicita la depuración de su mapa original modificando los aspectos mejorables. Eso les permite ir incorporando otros conceptos, haciendo énfasis en la diferenciación progresiva entre conceptos así como la reconciliación integradora. El proceso de depuración se hace cuantas veces sea necesario hasta encontrar claridad de los conceptos y procesos por parte del investigador y consenso entre el investigador y el tutor.

De esta manera el tutor/asesor logra que el participante adquiera dominio de los conceptos y procesos involucrados en cada fase de la investigación y al mismo tiempo mejore su propio trabajo. Las fases de la investigación educativa que se trabajaron con mapas fueron: el problema, marco teórico, marco metodológico, análisis de resultados y la propuesta de solución que ofrecen como producto final de su investigación.

5 Metodología

Esta investigación tiene su sustento en el paradigma cualitativo. Se usó el método dialógico crítico para discutir con cada profesor el proceso y resultados obtenidos por él mismo, a medida que iba construyendo y depurando sus mapas en las distintas fases de un proyecto de investigación.

5.1 Muestra

Se seleccionó una muestra intencional opinática (Ruiz, 1999) constituida por un grupo de diez profesores asesorados o tutoriados por integrantes del programa de investigación al que pertenecen los autores. Dos

profesores desarrollaban sus tesis doctorales; seis hacían sus trabajos de Maestrías en distintos grados de desarrollo y también participaron dos profesores que hacían trabajos de ascenso. Todos los profesores dominaban la técnica del mapa conceptual por lo que no fue necesario hacer un taller de inducción.

5.2 Técnicas e instrumentos

Se usaron los siguientes instrumentos de recolección de información: (a) mapas conceptuales contruidos por los profesores investigadores; (b) el registro escrito de observaciones; y (c) la grabación en audio del diálogo recursivo entre participante y tutor acerca del proceso de depuración de los mapas conceptuales.

5.3 Análisis de información

Se hizo un análisis cualitativo de datos usando el protocolo que se muestra en la Tabla 1. Se utilizó la triangulación de datos y técnicas (Ruiz, 1999).

Tabla 1: Protocolo de análisis

Propósito	Dimensiones
El propósito fundamental es lograr detectar expresiones borrosas durante el desarrollo de las fases de un proceso de investigación, caracterizadas por alguno de los rasgos mencionados a continuación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconocimiento de conceptos relacionados con la investigación. 2. Error o confusión de conceptos involucrados en las distintas fases de investigación. 3. Error o confusión de procedimientos en las fases de investigación. 4. Ambigüedad por falta de precisión en procesos o procedimientos específicos a seguir en cada fase de la investigación del participante. 5. Ambigüedad por falta de precisión al describir elementos. 6. Dificultad para hacer diferenciación progresiva de conceptos complejos y reconciliación integradora.

6 Resultados

El análisis se hizo a partir de los mapas conceptuales sucesivos depurados, las opiniones expresadas por los participantes, los registros de observación del tutor/asesor y algunas grabaciones. Los resultados más destacados se presentan a continuación para cada una de las fases de una investigación educativa.

6.1 En relación con la fase de Planteamiento del Problema

En la etapa inicial los participantes construyeron mapas más o menos elaborados de un *problema de investigación* pero les resultó más difícil explicar su propio problema. Algunos tuvieron dificultades para identificar el problema, caracterizar el contexto y diferenciar entre el objeto de estudio, el problema y la solución. En este sentido un participante, codificado como P5, señala:

*“Hacer un mapa de cualquier tema, por ejemplo, de lo que es un problema es fácil...Se buscar información y se plasma en forma de mapa... pero el problema estuvo cuando traté de hacer el mapa de **mi** problema de investigación...todos los conceptos: problema, objeto de estudio, solución, interrogantes, se cambiaban de lugar ¡y no lograba establecer adecuadamente la relación entre ellos!” (P5).*

A través del diálogo recursivo comenzaron a descubrir confusiones entre conceptos y la necesidad de aclararlos. Se muestran a continuación, a manera de ejemplo, los mapas inicial y depurado elaborados por el participante codificado como P3. En el mapa inicial (Figura 2) se percibe: (a) confusión en la jerarquización de los conceptos asociados al problema de estudio, (b) el concepto inclusor no está claro, (c) el mapa adolece de jerarquización clara entre algunos conceptos, (d) aun cuando P3 tiene claridad en lo que quiere hacer con su trabajo, no se percibe si su problema de investigación se centra en las dificultades de los estudiantes, el aprendizaje de la Física o la resolución de problemas. En el mapa depurado (Figura 3) se observa que, después de organizar bien su proceso, P3 logra clarificar su problema de investigación, se percibe una mejor organización de las ideas y se aprecia la jerarquización entre los conceptos.

También debe destacarse que a pesar de manifestarse diestros en la construcción de mapas conceptuales, dos participantes tuvieron dificultad para hacer el mapa del problema. Fue necesario ayudarles a mejorar la técnica antes de poder ponerlos de nuevo a hacer la primera asignación.

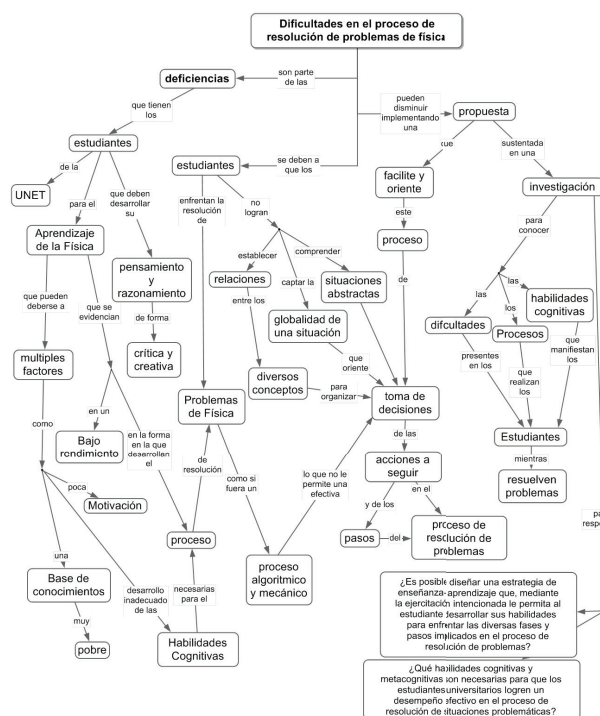
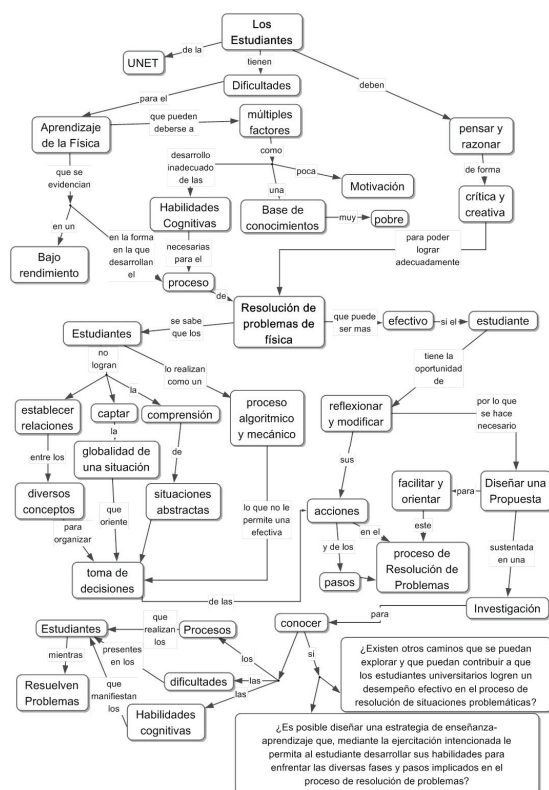


Figura 2: Mapa conceptual inicial del Problema de Investigación del participante P3

Figura 3: Mapa conceptual depurado del Problema de Investigación del participante P3

Los resultados sugieren que siete de los participantes lograron aclarar los conceptos involucrados en el planteamiento de un problema de investigación y definir su propio problema, mediante los mapas conceptuales sucesivos depurados. Los otros tres profesores (P1, P2 y P8) consideran que si bien hicieron los mapas del problema, estos no ayudaron mucho en su proceso de investigación.

6.2 En relación con la fase de Marco Teórico

Los participantes construyeron mapas conceptuales del *marco teórico* pero encontraron más difícil organizar las teorías e investigaciones relacionadas con su trabajo investigativo en un mapa. Los mapas del marco teórico resultaron provechosos para siete de los participantes pues facilitan la percepción global y organización de los distintos elementos que conforman el sustento de su trabajo de investigación. Los otros tres participantes (P1, P2 y P6) sienten que ayudan más a la presentación que a la elaboración del marco teórico. Por otra parte, el tutor/asesor señala que la discusión de los diversos aspectos que se deben considerar en el marco teórico se facilita grandemente cuando los profesores deben revisar y reconsiderar lo que van a colocar para construir el andamiaje teórico.

6.3 En relación con la fase del Marco Metodológico

La construcción del **marco metodológico**, el *diseño de la investigación* y de los procedimientos a seguir son altamente favorecidos por el esfuerzo que cada investigador hace para resumir y clarificar en mapas conceptuales esos aspectos. Esto se deduce de la claridad metodológica y conceptual de los mapas depurados hechos por los participantes, la opinión del tutor/asesor y las mismas opiniones expresadas por los participantes. En relación con esta fase, el profesor identificado como P6 señala:

“Al comenzar a hacer el mapa del marco metodológico me di cuenta que no entendía bien lo que era este proceso y como escribirlo; después descubrí que confundía el marco metodológico con la investigación de campo y con los procedimientos que intuitivamente yo quería proponer, al irlo arreglando me di cuenta también que daba tumbos a ciegas porque no lograba relacionar los elementos claves en mi investigación” (P6).

A manera de ejemplo, se muestra en las Figuras 4 y 5 los mapas conceptuales depurados de los participantes P1 y P4. Se puede apreciar el manejo adecuado de los conceptos involucrados en el diseño de la investigación y las relaciones entre ellos, organización coherente de los procesos y claridad en la metodología.

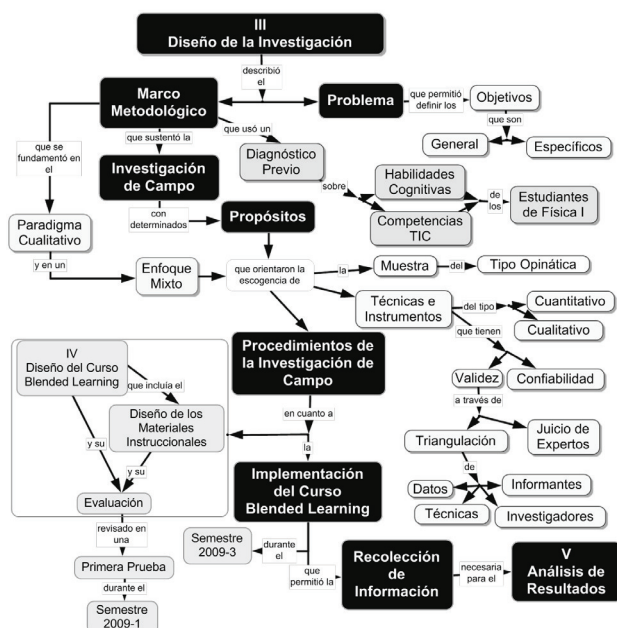


Figura 4: Mapa conceptual del Proceso de Investigación de P1

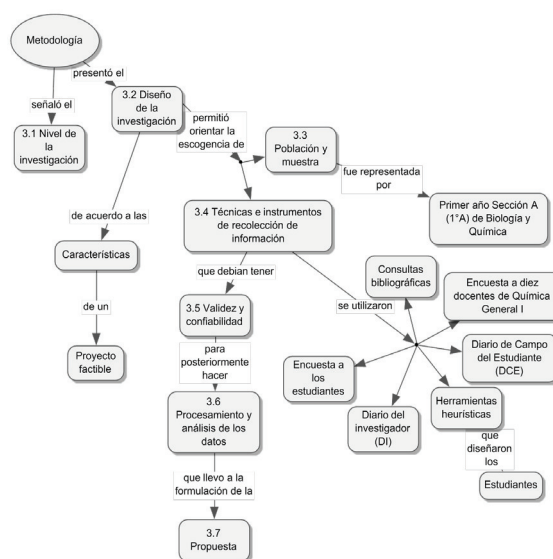


Figura 5: Mapa conceptual del Proceso de Investigación de P4

De los resultados obtenidos se infiere que para todos los participantes la estrategia fue eficaz en esta fase.

6.4 En relación con la fase de Análisis de Información y Resultados

Para tres participantes (P4, P5 y P8) los mapas ayudan en esta fase de análisis de información. Otros (P1, P2 y P6) señalan que les resultó difícil crear los mapas de análisis de resultados y se infiere que más que ayudarlos a organizar el proceso de análisis, les fueron útiles para presentar de manera más ordenada lo que hicieron. Los otros cuatro (P3, P7, P9 y P10) no opinaron porque aún no habían llegado a esta etapa de la investigación.

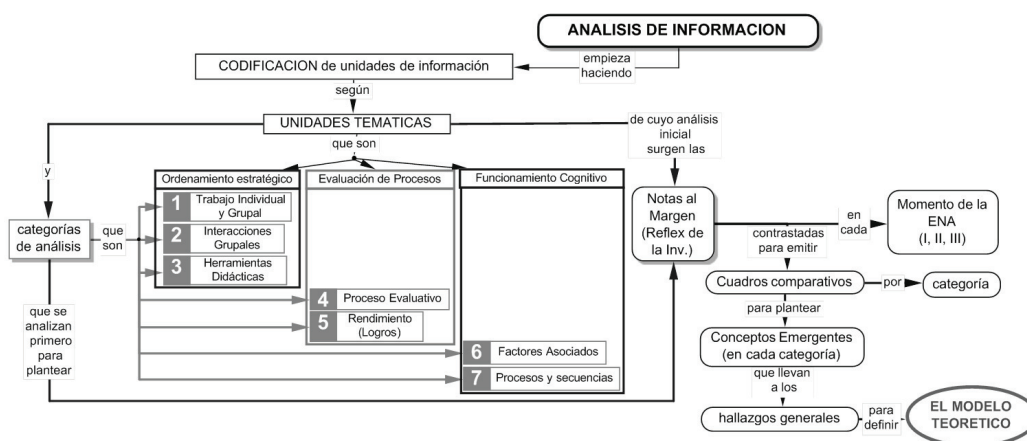


Figura 6. Mapa de análisis de la información de P2

Ninguno de los participantes usó los mapas para hacer el análisis cualitativo de la información sino más bien para organizar y presentar sus ideas (como muestra el mapa depurado de P2 en la Figura 6). Por ello, no se puede llegar a las mismas conclusiones de Daley (2004) o Chrobak, Sobrino y Ponzoni (2008) quienes afirman que dentro de la investigación cualitativa en la fase de análisis de la información, es posible emplear los mapas conceptuales para reducción de datos, exhibición de resultados y establecimiento de conclusiones.

6.5 En relación con la fase de La propuesta

Los mejores resultados se obtuvieron en esta fase de construcción de la propuesta final ofrecida por los participantes como solución al problema de investigación, concretamente en trabajos desarrollados como proyectos factibles o investigación y desarrollo (I+D). Se piensa que esto ocurre porque, si bien los profesores tienen una idea de lo que quieren proponer para contribuir a paliar la situación que quieren cambiar, (por ejemplo una estrategia, un software o un material escrito) no son capaces de ordenar los elementos propios del diseño instruccional, o los pasos que se deben seguir en el desarrollo de la propuesta. Estos mapas les permiten ver la conexión o no de su planteamiento de solución con el problema original, con los aspectos detectados en el diagnóstico y con los aspectos que deben ser solucionados por la nueva propuesta. Este aspecto tuvo la más alta valoración por parte de los seis profesores (P1, P2, P4, P5, P6, P8) que culminaron sus trabajos de investigación.

En las Figuras 7 y 8 se presentan los mapas conceptuales inicial y depurado de la propuesta presentada por el participante P1 en su trabajo de tesis doctoral.

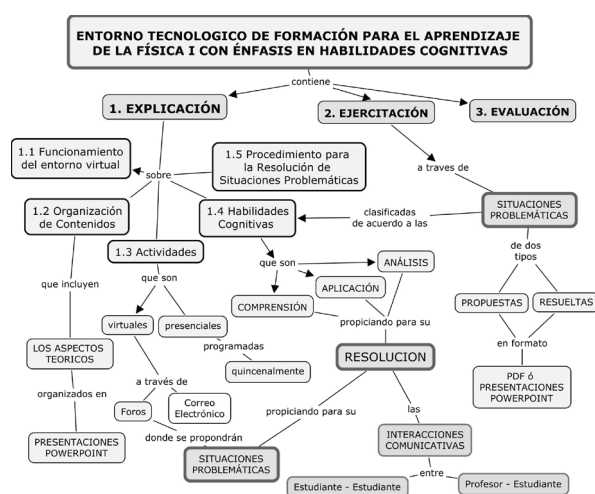


Figura 7: Mapa Conceptual Inicial de la Propuesta de P1

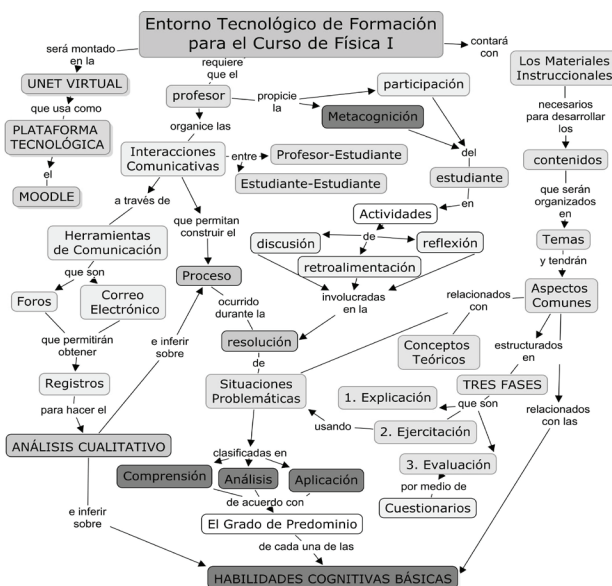


Figura 8: Mapa Conceptual Depurado de la Propuesta de P1

La Tabla 2 resume, en función de los resultados obtenidos, el grado de utilidad de la estrategia para cada participante en las distintas fases.

Tabla 2: Utilidad de la estrategia para cada participante en cada fase de la investigación

	Problema	Marco Teórico	Marco Metodológico	Análisis de Resultados	Propuesta final
Mayor utilidad	P3, P4, P5, P6, P7, P9, P10	P3, P4, P5, P7, P8, P9, P10	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10	P4, P5, P8	P1, P2, P4, P5, P6, P8
Menor utilidad	P1, P2, P8	P1, P2, P6	--	P1, P2, P6	--
No corresponde emitir opinión				P3, P7, P9, P10	P3, P7, P9, P10

De todo el proceso de implementación de la estrategia se infiere que los mapas conceptuales sucesivos depurados facilitan la comprensión del proceso de construcción del conocimiento en un proceso investigativo y ayudan al investigador a descubrir los puntos débiles de su investigación.

7 Conclusiones

- La borrosidad decreciente en la comprensión del proceso de investigación y de los conceptos involucrados en cada fase del proceso investigativo se consigue mediante la depuración sucesiva de los mapas.
- La estrategia propicia la metacognición del participante facilitándole la organización, control y evaluación de lo que debe hacer en el desarrollo de cada etapa. Esto resulta en una mejor aproximación al problema que dio origen a su investigación y a la consecución exitosa de un camino de solución.

- Los mejores resultados con esta estrategia se obtuvieron en la fase de definición del problema, del marco metodológico y de propuesta de solución al problema estudiado. En la etapa de análisis de información los mapas sucesivos depurados fueron usados exitosamente para organizar y explicar el proceso de análisis de la información, más que para facilitar el análisis cualitativo de la información, reducción de datos, exhibición de resultados y establecimiento de conclusiones, como se ha reportado en otras investigaciones.
- La estrategia ayuda al docente a comprender las distintas fases involucradas en un proceso investigativo, a visualizar los puntos débiles de su investigación y a organizar los procesos que le permitan culminar con éxito su trabajo.

8 Recomendaciones

- Para que la estrategia de mapas sucesivos depurados para orientar un proceso de investigación sea exitosa se requiere un dominio adecuado de la técnica del mapa conceptual, tanto del tutor como del tutoriado. Se recomienda revisar esa suficiencia para evitar así confusiones atribuibles erróneamente a la comprensión de un proceso y no al poco dominio de la técnica del mapeo.
- Dado que el desarrollo de una investigación educativa es un proceso recursivo de construcción del conocimiento, la estrategia de los mapas conceptuales sucesivos depurados resulta adecuada para facilitarle a cualquier docente la comprensión de lo que hace en cada fase del proceso de investigación. Por ello se recomienda extender su uso y específicamente probar la estrategia con los docentes que cursan seminario de investigación en los estudios de Maestría en Educación.

Referencias

- Afamasaga, K. (2009). *Concept Mapping in Mathematics*. New York: Springer.
- Chrobak, E., Sobrino, M. y Ponzoni, (2008). Concept maps for Qualitative Analysis - the "traces" of High School in Graduates from Patagonia. En Cañas, A., Novak, J. y González, F. (Eds). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. 3, pp.112-115.
- Daley, B. (2004). Using concept maps in qualitative research. En Cañas, A., Novak, J. y González, F. (Eds). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. 1, pp. 191-198.
- Novak, J. D., y Cañas, A. (2006). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Recuperado de: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>
- Ramírez de M., Sanabria, I. y Aspée, M. (2006). El control metacognitivo de la borrosidad decreciente en la elaboración de mapas conceptuales. En Cañas, A., y Novak, J. (Eds). *Second International Conference on Concept Mapping*. 1, pp. 199-207.
- Ramírez de M., M., Sanabria, I., Aspee, M. y Téllez, N. (2012). Resolución de problemas de física: averígüese con mapas metacognitivos lo que el profesor ya sabe...y que aprenda en consecuencia. En Cañas, A., Novak, J., Vanhear, J., (Eds). *Fifth International Conference on Concept Mapping*. 2, pp. 382-389.
- Ramírez de M., M., Sanabria, I., Tellez, N., Quintero A. y Aspee, M. (2012). El Mapa Metacognitivo para organizar y orientar la Resolución de Problemas. *Memorias del Congreso Regional de Investigación Educativa*. San Cristóbal.
- Ruiz, J. (1999). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.

MAPPING CONCEPTS IN MATHEMATICS USING NETWORKS: THERE IS MORE INFORMATION IN MULTIPLE CHOICE ITEMS THAN YOU MIGHT THINK!

Geoff Woolcott, Southern cross University, Australia
Rassoul Sadeghi, University of New South Wales, Australia,
Daniel Chamberlain, Griffith University, Australia
Email: Geoff.Woolcott@scu.edu.au

Abstract. This paper investigates the advantages that may be obtained by mapping networks of connectivity between functional concepts in multiple-choice assessments. Current methods of analysis, for example, methods that use the Rasch model, are generally confined to analysis of linear connections of item responses and their corresponding outcomes. This paper examines multiple choice mathematics assessments using network analysis methods which examine interlinked connections between a broad assemblage of concepts, including outcomes, or learned concepts, and inherent item concepts derived from the assessment items. This paper outlines how network analysis, or other analysis that examines non-linear connectivity, may be useful in providing additional and useful information about multiple choice test items that complements the analysis provided using linear models.

Keywords: mathematics concepts, networks, connectivity, complex, mapping concepts.

1 Introduction

Multiple choice items are used widely for assessing mathematics learning and are a common test instrument in large-scale assessment programs. Analysis of the results of such assessment programs is generally used to compare student responses to items based on linear development of curriculum outcomes. Item response theory (IRT) underlies many methods of analysis utilised in examining multiple choice items, including methods based on the commonly used Rasch model (Rasch, 1960). Such methods allow calculation of a relationship between totals of item responses and ability estimates based on cohort performance (e.g., see Bond & Fox, 2007).

Feedback about mathematics learning from such multiple-choice testing is limited, however, in that it is generally based on comparing student responses to items based on curriculum outcomes. In Australia, for example, there is a strong focus on benchmarking and comparisons across and within cohorts (Lowrie & Diezmann, 2005). Multiple choice testing, however, may be able to provide more information for teachers than is available from Rasch analysis or that based on other IRT models, since such information may be obtained from items and items responses that describe the relationship between the concepts delineated by curriculum outcomes and other concepts that a student may have learned. Network analysis, a modern development linked to graph theory (e.g., Newman, Barabási, & Watts, 2006), enables items and responses to be described and treated in terms of interconnected links between learned concepts, including curriculum outcomes, and inherent item concepts (Woolcott, Chamberlain, Scott & Sadeghi, 2014). In order to illustrate how network analysis can be utilised to map such concept connectivity and provide additional information, this paper presents simple network representations and associated metrics related to multiple choice items in mathematics assessments for primary school Years 3 to 6 in NSW, Australia.

2 Background

2.1 Concept connectivity

Student performance in mathematics, as determined from formal assessments, may be associated with issues of connectivity related to interlinked concepts within mathematics (Mowat & Davis, 2010), as well as to linkages between concepts in mathematics and other subjects (e.g., Lakoff & Núñez, 2000). Connectivity of mathematics concepts may underpin the development of mathematics expertise, with student failures related to inadequate development of the interlinking of these concepts, for example in secondary algebra (Khattar, 2010). While issues of concept connectivity may act in a broad and complex system together with other issues, such as teacher quality and socioeconomic influences, (Morrison, 2003), examining some such connections in discrete entities, such as multiple choice test items, may be useful in informing educators working within the subject of mathematics (Woolcott et al., 2014).

Such connectivity illustrates a significant issue in learning within classrooms, as well as in designing successful mathematics interventions or revision, that relates to educators needing to understand how functional conceptual relationships are being made by students when they are learning mathematics. Specifically, educators need to know whether and how concepts are connected in such conceptual relationships. For example, current methods based in IRT, such as Rasch analysis, provide some of this information and can present results from sequences of tests over time, but such analysis is usually determined by assumptions of a simple connection between an item and a particular curriculum outcome. This paper, therefore, focuses on such outcomes, referred to here as learned concepts (see Devlin, 2007), but infers also connections between such outcomes and concepts inherent in the multiple choice items (Woolcott, 2013; Woolcott et al., 2014). These inferred connections may provide a rich addition to the IRT-based analysis, particularly since network analysis can be applied to individuals or to class cohorts, either in single years or across year groups.

2.2 Connectivity and networks

While there has been some acknowledgement that mathematics learning may be associated with concept connectivity, there have been few successful attempts to examine such connectivity using assessment data. There have been recent studies, however, that have linked student learning and performance in mathematics to the complex and non-linear connectivity of concepts that can be examined using modern developments in network theory (Newman et al., 2006). Mowat and Davis (2010), for example, working from within the assumptions of embodiment theory, have developed a theoretical approach to complex learning in mathematics using network theoretical approaches. Khattar (2010) has offered support to this approach, suggesting that mathematics knowledge may develop as complex networks and, if so, learning success may be dependent on the development of hubs in networks that support such non-linear conceptual development, and on the development of weak links that circumvent hub failures. The exploration of networks, and the connectivity of nodes within them, using empirical data, has developed rapidly in recent years, but although networks analysis has been applied widely in a number of differing disciplines, there has been little such application in studies of mathematics education (e.g., see discussion in Kop & Hill, 2008). Network analysis offers significant potential, however, largely because the rules governing the relationships within such networks remain independent of the nature of the subjects being linked (Newman et al., 2006). Woolcott et al. (2014) have applied this type of analysis to examine multiple choice mathematics items and responses both within and across year levels, and this set of analyses is being further explored and illustrated in this paper.

3 Methodology

Multiple choice items are used widely across the industrialized world as part of educational testing. In Australia, multiple choice items are utilised in the government administered Australian National Assessment Program - Literacy and Numeracy (NAPLAN) (ACARA, 2012) administered in Years 3, 5, 7 and 9, as well as in privately administered programs, such as the International Competitions and Assessments for Schools program, which includes the Australasian Schools Mathematics Assessment (ASMA) (EAA, 2012), administered from Year 3 in primary school through to the final years of senior high school.

As part of a broader study, *MathsLinks: Spatiotemporal Links in Mathematics Learning in Classroom and Online Environments*, multiple choice test items and student responses were examined for a sample of 249 NSW students who had completed a Year 3, 4, 5 and/or 6 mathematics student assessment in ASMA for the years 2009, 2010, 2011 and 2012. Items and item responses were compared across each year level and, since 32 of the students had completed all four of these tests in successive years (accounting for 128 of the above sample tests results), comparison was made also of longitudinal connectivity of items and item responses. Network analysis was used to examine the connections between outcomes and inherent item concepts in the multiple choice assessment items and responses. This paper presents, as an exemplar, an analysis of only those items classified as Measurement according to the NSW K-6 Syllabus (BOS, 2012).

3.1 Network analysis

Network analysis, in particular place-based network analysis, allows qualitative mapping of the relationships between different nodes, here represented by outcomes, or learned concepts, and concepts inherent in items or, in the longitudinal analysis, by items. (The grouping of outcomes and inherent item concepts will be referred to collectively in this paper as 'outcomes/concepts'). This style of analysis has been widely applied in different disciplines over the last two decades (Newman et al., 2006) and is applied in a novel way here in an educational context. In this study, coded data, generated by a concept survey, was subjected to a process of network analysis in order to produce graph representations and associated network metrics. An illustrative sample of network

maps, published in more detail elsewhere, is used as a visual overview or snapshot of the mapped structure of the interconnectivity of the concepts and items under examination. This paper, however, focuses on the associated network metrics, which provide an extra dimension to interpretation of such network maps. Methodology for network representation is simplified here and follows Woolcott et al. (2014), but methodology related to network metrics for these measurement data is presented in more detail.

3.2 Concept survey and matrix coding

A matrix of coded data, generated from a concept survey of all measurement items, was analysed and maps generated using NetDraw (Borgatti, 2002). Each of the items was assigned one or more of the appropriate outcomes from the NSW K-6 Syllabus (BOS, 2012). Inherent item concepts, generated as ‘access concepts’ (Do I understand the question?) and ‘answer concepts’ (Can I now answer the question?), were developed by adapting Newman’s Error Analysis (Newman 1977, 1983 in White, 2010). An example of concepts from this type of survey, derived from a published Year 5 ASMA practice question, is shown in Figure 1.

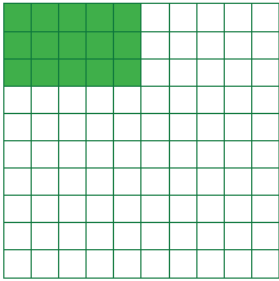
Measurement Outcomes (learned concepts)	
MES1.2 Describes area using everyday language and compares areas using direct comparison MS1.2 Estimates, measures, compares and records areas using informal units	
<p>Maree shaded some squares on a grid.</p>  <p>How many more squares would Maree need to shade so that half of this grid was shaded?</p> <p>(A) 15 (B) 30 (C) 35 (D) 50</p>	<p>Inherent item concepts</p> <p>Access Text and graphic Recognise square Recognise rectangle Numeral represented as a symbol Recognise objects with same area Count objects Recognise grid Words shaded, some, squares, grid</p> <p>Answer Text and symbol Interpret grid Concept of fraction Numeral represented as a word Select informal unit to describe area Estimate area using informal unit Compare areas Subtract using two numbers Count squares Words How many more, need to shade, half</p>

Figure 1: Outcomes/concepts determined for a Year 5 multiple-choice measurement item. Practice item used with permission of EAA.

According to Newman’s Error Analysis (NEA), there are five processes that a student has to negotiate in order to successfully answer the question posed by an assessment item; Reading (Decoding), Comprehension, Transformation, Process Skills and Encoding. Studies based on NEA indicate that a large majority of difficulties in answering mathematics questions may lie with the Comprehension and Transformation processes (Ellerton & Clarkson, 1996 in White, 2011). The access and answer concepts utilised here include a number of word and symbol representations inherent in items that enabled a focus on such processes. In many instances here, in fact, words are treated as concepts (e.g., see Radford, 2003), and the concept analysis uses overarching concepts that may allow interpretation of diagrams in multiple choice contexts (e.g., Lowrie, Diezman & Logan, 2012). A limitation in using NEA for multiple-choice items is that examination of student strategies, to do with Process Skills and Decoding, could not be used.

For each of the ASMA Years 3-6 measurement items, responses and survey results were coded as follows: correct items and associated outcomes/concepts as 1; and, incorrect items and associated outcomes/concepts as 0. In network maps constructed using the matrix, nodes are either concepts/outcomes or items. Table 1 shows a sampling of the coded matrix for a Year 6 student with Item 2 correct and Item 5 incorrect.

Table 1: Matrix coding for items and outcomes/concepts, for a Year 6 student with Item 2 correct and Item 5 incorrect (not all outcomes/concepts shown).

Outcomes/Concepts	Item 2	Item 2
MES1.5 (NSW K-6 outcome)	1	0
Recognise graph (access concept)	1	0
Read columns in graph (answer concept)	1	0
MS2.4 (NSW K-6 outcome)	0	0
Word: bought (access concept)	0	0
Adds mass in grams (answer concept)	0	0

3.3 Direct and inferred network connections

As well as direct relationships between concepts within single year groups, analysis utilised two types of inferred relationships: connections between all outcomes/concepts associated with an item; and, connections of all outcomes/concepts across two or more items where those items shared one or more outcomes/concepts. The network maps derived from these inferred relationships provide additional structural overviews of any concept connectivity. Two types of weightings have been calculated for these network connections: simple weighting based on total numbers of students with correct/incorrect item responses; and, weightings based on class averages of these item responses.

3.4 Network metrics

The following network metrics, *Centrality* and *Density*, indicated to be key metrics in studies of social networks (e.g., see Hanneman & Riddle, 2005), were applied to the undirected network data. *Centrality* was used to measure the degree to which network activity is centred on one or a few nodes or ‘actors’ (the network core), and provided insights into where influence may be concentrated, as well as blockages and patterns of flow across the network.

This study used three specific types of *Centrality*; *Connectivity (Degree)*, *Betweenness* and *Closeness*. *Connectivity (Average Path Distance)* is used to measure of the number of steps that it takes to navigate through each network. A specific connectivity measure, *Degree*, a count of the number of other nodes to which a given node was connected, was used here as a measure of strength of *Connectivity*. *Betweenness* is related to the number of connections between two nodes, but rather than measuring how close to the centre a node is, it measures how important the node is in traversing the network. *Closeness* is a measure of the distance of a node to all other nodes in the network calculated here by focusing on the most efficient (geodesic) distance from each node to all of the others in the network.

Density was used as a measure of cohesion, based on connectedness of dyads, or pairs of concepts, which are either connected or not connected. *Density* here refers to the number of connections compared to the total number of possible connections and this gives a measure, or index, of the connectedness of dyads within the population. This metric can be used to indicate clustering of concepts within the population, where the *Density* is higher than would be expected if the connections were random.

4 Results and discussion

4.1 Analysis based in IRT

Analysis based on IRT, such as Rasch analysis, can be used to provide an outline of student and class group achievement within a year level cohort, but can also be used to provide a view of student progress longitudinally across year levels. This widely used method of analysis can also give an overall picture of how a student is performing in terms of syllabus outcomes. Rasch analysis, however, can be used only to compare individual or class responses against the results obtained from a selected cohort who have done the same test at the same time under the same conditions. Longitudinally, such analysis can provide only a linear outline of progress in terms of outcomes, and indicate which outcomes that a student, in each year, may need to target in order to gain an improved performance in future mathematics assessments. The strength of this type of analysis is, in fact, in such an outline since this can suggest to a classroom teacher the items/outcomes that were difficult for individual students and for the class as a whole, compared within the class or compared with other cohorts.

4.2 Network analysis

4.2.1 Network representations within and across year levels

The Network Analysis utilised the concept survey to provide a representation of the connectivity between the outcomes (learned concepts) and concepts inherent in items (referred to here as access and answer concepts). This section shows mapped representations of connections for students in the same Year 5 school class as well as longitudinal connections for students in a Year 6 class who had completed all four assessments in the four successive years.

The network maps show both direct and inferred connectivity similar to that seen in Woolcott et al. (2014). In Figure 2, for example, direct connections (lines) between nodes represent items (squares) and their outcomes/concepts (circles) for incorrect items, are shown with connection weights calculated from totals of incorrect item responses across the Year 5 class. Figure 3 shows an inferred connectivity map for the same class, simplified by using only access concepts, based on those concepts that were shared across items. Inferred connectivity maps, such as sampled in Figure 3, may be used identify key outcomes/concepts that were, on average, incorrect/correct and that may/may not be a focus for teaching. This type of analysis may be used to represent connections between outcomes/concepts used correctly in one context and incorrectly in another, on average. The dotted square in Figure 3, for example, shows concepts shared across items that, although incorrect in one item, were correct in other items, in this case more than 50% of the time. As indicated in Woolcott et al. (2014), maps such as seen in Figures 2 and 3 indicate that particular measurement outcomes/concepts in this Year 5 assessment have not been understood by a number of students in this class, and may be a useful target for revision or intervention, even if only the centrally located outcomes/concepts are targeted. Based on this analysis, revision or intervention for either the entire class or for individuals could be designed around outcomes/concepts connected to incorrect item responses.

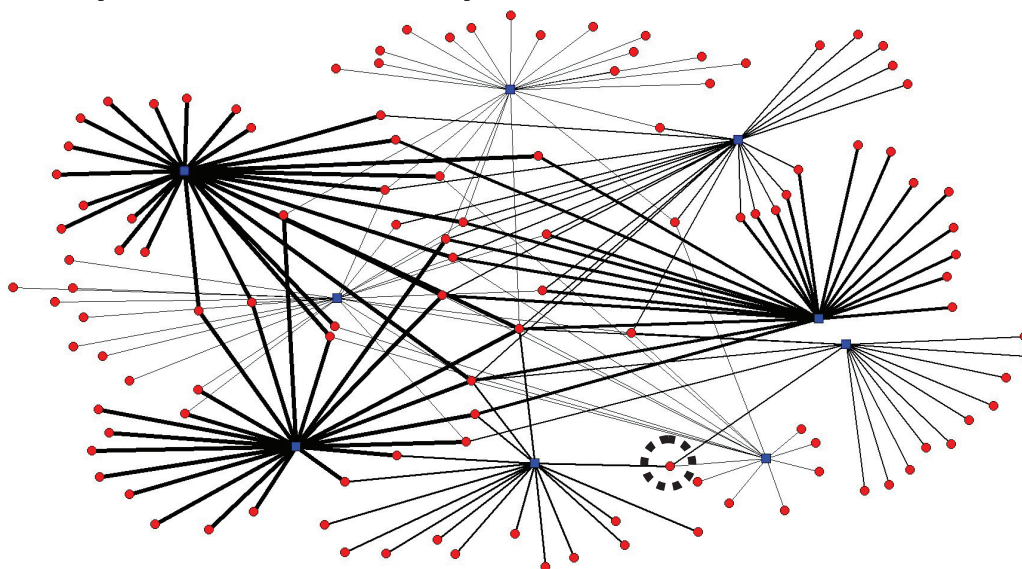


Figure 2: Direct connectivity map for Year 5 students with incorrect item responses - the heavier the line, the larger the number of incorrect responses. Items are indicated by filled squares and outcomes/concepts by filled circles. The dotted circle shows a shared concept.

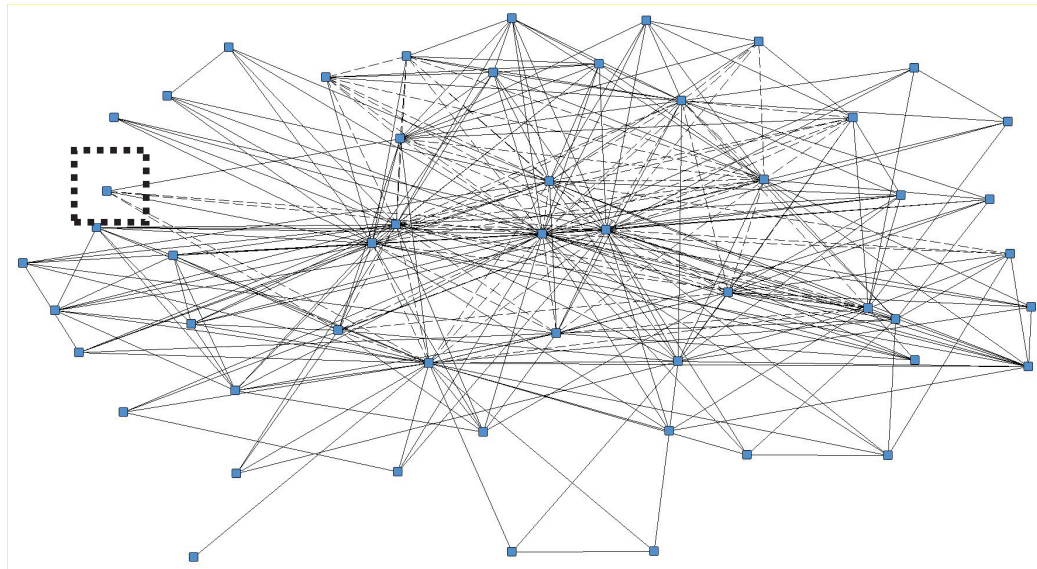


Figure 3: An inferred connectivity map, average weighted, for Year 5 students with incorrect item responses. Solid lines are based on incorrect to incorrect connections and dashed lines on incorrect to correct connections between inherent item concepts (with answer concepts not included for clarity). Concepts are indicated by filled circles. The dotted square (top left) shows a node that, on average, connects these concepts in incorrect and correct items.

An example of a representation of longitudinal connectivity is seen in Figure 4 based on inferred connections between the incorrect Item 20 in Year 6 and items in Years 3-5. The item connections were inferred from shared outcomes/concepts, effectively reversing the inference process utilised to construct Figure 3. For a focus on curriculum, this type of analysis can be adjusted to illustrate inferred connections between outcomes as well as between items, or connections between outcomes and inherent item concepts.

The effectiveness of the analysis used in Figure 4 lies in its illustration of the connection between Year 6 items and items in previous years, a concept map embracing past items, and indicating items and associated outcomes/concepts that were/were not learned successfully. Used in conjunction with the analysis represented in Figures 2 and 3, this type of analysis may be useful in designing revision or intervention that includes prior knowledge over time, as far back as Year 3 in this case. Two of the authors (Woolcott and Chamberlain) are using this longitudinal connectivity to trial an interactive online application which will link curriculum outcomes and inherent concepts to potential intervention strategies for both multiple-choice and other styles of assessment items, with the broader project aiming to test such strategies.

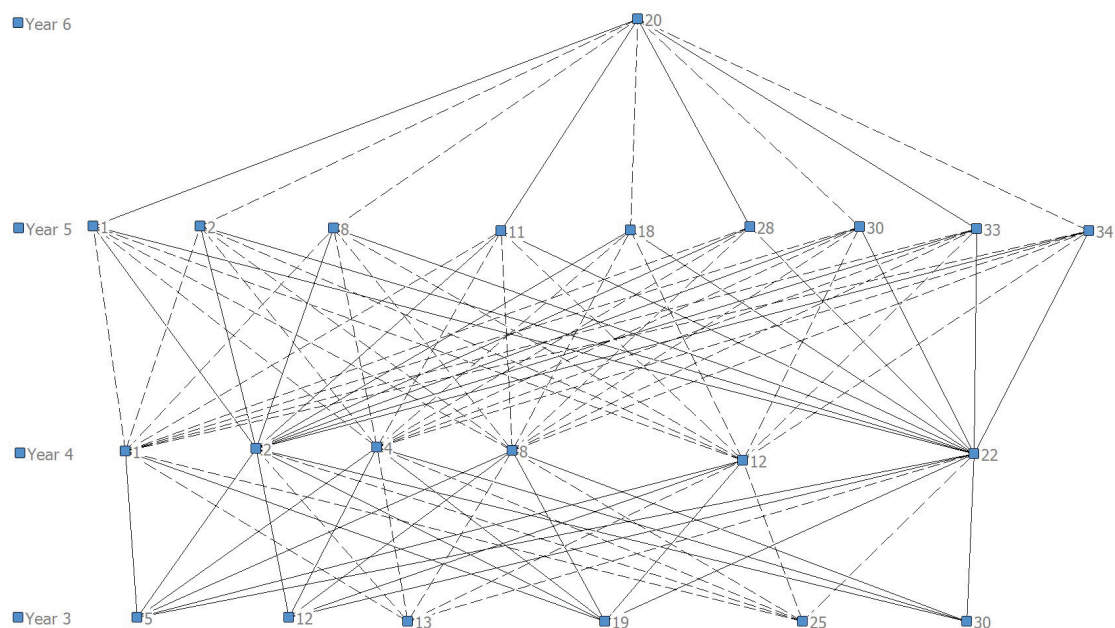


Figure 4: Inferred connectivity of the incorrect Year 6 Item 20 with items in Years 3-5. Solid lines are based on incorrect to incorrect connections and dashed lines on incorrect to correct items. Items are indicated by filled squares with an item number.

4.2.2 Network metrics

Table 2 shows examples of the network metrics applied to outcomes/concepts of the Year 5 measurement items. In the Year 5 data set, the mean for the *Degree*, the measure of *Connectivity* used here, of nodes in the network was 31.86 (all data here are rounded to two decimal places), with a standard deviation of 10.38. There were 17 outcomes/concepts that were more than two standard deviations from the mean, and this measure is used to indicate here that any node with a *Degree* greater than 34 may be significant. In theory, if a student is having difficulty with an outcome/concept, then the more significant the *Degree* of that outcome/concept the more likely it will have a negative impact on that student's understanding of the related outcomes/concepts. The higher the *Degree* that concept has, therefore, the greater potential there is for a negative effect.

Table 2: Examples of network metrics as applied to outcomes/concepts and their connections in Year 5 measurement items.

Node (outcome/concept)	Concept type	<i>Degree</i>	<i>Betweenness</i>	<i>Closeness</i>
Interpret grid	answer	17.59	0.31	54.82
Measure as word	answer	39.41	1.91	62.27
Numeral as number	access	85.67	18.64	87.46
one	access (word)	30.95	1.12	59.15
distance	access (word)	8.47	0	51.68

For this data set the mean *Betweenness*, which measures how important the node is in traversing the network, was 0.305, with a standard deviation of 1.51, indicating that any measure of *Betweenness* greater than 3.02 is significant. In this data set there were only 6 nodes judged on this basis as significant, and all of these were 3 or 4 standard deviations from the mean. A large number of significant *Betweenness* nodes would indicate that if a student is struggling making connections between outcomes/concepts, as indicated by such significance values, then designing revision or intervention that targets the concepts with the highest *Betweenness* values might be a priority. Remediation of these outcomes/concepts may assist a student in making connections both faster and more efficiently. The year 5 data set, however, is well connected and *Betweenness* is of limited use. This is not the case in other data sets, for example, the Year 6 data set (published elsewhere) has higher *Betweenness* values and many more nodes that are significant. For the Year 5 data set, the mean of the *Closeness*, which indicates how well connected the network is, was 52.04, with a standard deviation of only 4.32, indicating that a *Closeness* value of more than 61 was significant. There were only 13 nodes that judged on this basis to be significant and, therefore, well connected within the network.

The *Density* value calculated for this data set was 0.10 (308 connections out of 9812 possible, excluding the self loops), or just over 10% of all possible connections in the Year 5 measurement network, and this may be useful as a benchmark for students' incorrect answers and design of revision or intervention. A student, for example, whose item responses produced a network with a high *Density* value, relative to a benchmark, may be having significant issues across the board. If a student's network has a *Density* of 0.126, say, we can use this benchmark to say that their network has a relative *Density* of 0.845526, or alternatively that they are having troubles with 84.55% of the total concepts. This might be a useful way of prioritising the outcomes/concepts required for design of revision or intervention for particular students based on their functional understanding of what they have been taught.

It may be important to recognise nodes in the network that are more significant in one network metric than another. For example, the access concept 'measure as word' (Table 2) is highly connected with the rest of the network, as indicated by a significant *Degree* value, but it doesn't serve as a primary conduit for linking the network together since it has a non-significant *Betweenness* value. Some concepts in the Year 5 data set, however, are clearly significant in more than one network. The answer concept 'numeral as number' (Table 2), for example, is considered as significantly connected, and it appears to be, on *Betweenness* values, at the centre of connectivity pathways through the network.

5 Conclusion

This paper serves to illustrate the usefulness that network analysis may have in exploring concept mapping, in this case the spatiotemporal interconnectivity of mathematical concepts. The methodology used here draws on an extensive literature on networks that is only beginning to be applied in education (e.g., Kop & Hill, 2008; Mowat & Davis, 2010) as well as well-researched methods for examination of test items (e.g., White, 2010). There are, of course, limitations to using such methods in examining multiple choice items, not the least of which are the assumptions being made in nominating concepts as well as in inferring connections. The examples here, however, are part of an initial examination of whether network analysis is functional in the context of a

school mathematics curriculum and the development of this project may offer resolution of such limitations. What this paper does show is that concept mapping can be explored using network analysis, and that such analysis may be useful in exploring conceptual development, not only in mathematics, but in any subject. The representation of longitudinal connectivity, in particular, gives a functional picture of conceptual development, in this case in mathematics, over time. This may have implications in education more broadly, particularly in relation to exploring how new knowledge, even when described in terms of outcomes, is based in prior knowledge as some cognitive psychologists suggest (e.g., see discussion in Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998). Longitudinal representations of mapped concepts may allow a more extensive analysis of prior knowledge, however, than that undertaken in large-scale testing programs. The analysis here supports also broader analyses we are undertaking at differing conceptual levels, including analyses using embodied conceptualisations (Roth & Thom, 2009) and conceptualisations based on graphic elements in mathematics tasks (Lowrie et al., 2012) and pattern and structure (Mulligan, English & Mitchelmore, 2013).

References

- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], (2012). The Australian Curriculum: Version 3.1. Sydney: Author. Retrieved from http://www.acara.edu.au/curriculum/foundation_to_year_10.html.
- Board of Studies NSW [BOS], (2012). NSW Syllabus for the Australian Curriculum: Mathematics K-6. Sydney: Author. Retrieved from <http://k6.boardofstudies.nsw.edu.au/wps/portal/go/mathematics>.
- Bond, T.G., & Fox, C.M. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Borgatti, S. (2002). *NetDraw: Graph Visualization Software, v2.41*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Devlin, K. (2007). What is conceptual understanding? Retrieved from http://www.maa.org/devlin/devlin_09_07.html.
- Educational Education Australia [EAA], (2012). About ICAS: Mathematics. Retrieved from <http://www.eaa.unsw.edu.au/icas/subjects/mathematics>.
- Hanneman, R.A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. Riverside, CA: University of California, Riverside. Retrieved from <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>.
- Khattar, R. (2010). Brought-forth possibilities for attentiveness in the mathematics classroom. *Complicity: An International Journal of Complexity and Education*, 7(1), 57-62.
- Kop, R., & Hill, A. (2008). Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 9(3), 1-13.
- Lakoff, G., & Núñez, R.E. (2000). *Where Mathematics comes from: How the embodied mind brings Mathematics into being*. New York, NY: Basic Books.
- Lowrie, T., & Diezman, C.M. (2005). Fourth-grade students' performance on graphical languages in mathematics. In H.L. Chick & J.L. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 30th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (vol. 3)* (pp. 265-272). Melbourne: PME.
- Lowrie, T., Diezman, C.M., & Logan, T. (2012). A framework for mathematics graphical tasks: The influence of the graphic element on student sense making. *Mathematics Education Research Journal*, 24, 169-187.
- Morrison, K. (2003). Complexity theory and curriculum reforms in Hong Kong. *Pedagogy, Culture and Society*, 11(2), 279-302.
- Mowat, E., & Davis, B. (2010). Interpreting embodied mathematics using network theory: Implications for mathematics education. *Complicity: An International Journal of Complexity and Education*, 7(1), 1-31.
- Mulligan, J., & Mitchelmore, M. (in press). Early awareness of mathematical pattern and structure. In English, L. & Mulligan, J. (Eds.), *Reconceptualizing early mathematics learning, Advances in Mathematics Education*. Dordrecht: Springer.
- Newman, M.E.J., Barabási, A.-L., Watts, D.J., (2006). *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Radford, L. (2003). Gestures, speech, and the sprouting of signs: A semiotic-cultural approach to students' types of generalization. *Mathematical Thinking and Learning*, 5, 37-70.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Chicago, IL: Mesa Press.

- Roth, W.-M., & Thom, J.S. (2009). Bodily experience and mathematical conceptions: From classical views to a phenomenological reconceptualization. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 175-189.
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- White, A.L. (2010). Numeracy, literacy and Newman's Error Analysis. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 33, 129-148.
- Woolcott, G. (2013). Mathematics networks and curriculum concepts. In Steinle, V., Ball, L. & Bardini, C. (Eds.), *Proceedings of the 36th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, pp. 674-680. Melbourne: MERGA.
- Woolcott, G., Chamberlain, D., Scott, A., & Sadeghi, R. (2014). Mapping concept interconnectivity in mathematics using network analysis. *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vancouver, Canada, July, 2014. Vancouver: PME.

MODELOS DE CONOCIMIENTO: UNA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN EL POSGRADO

*Diana Elizabeth García- Salgado, Manuel F. Aguilar-Tamayo, Juan Espinosa-Montero & Jesús Manzano-Caudillo,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México
Email: diana.eliza20@gmail.com*

Abstract. Los mapas conceptuales son considerados como una herramienta que funciona para la representación y organización de conocimientos, una red de mapas o modelo de conocimiento permite sistematizar y presentar la información sobre un tema específico. En este trabajo se presenta el uso del modelo de conocimiento como metodología de una investigación de posgrado en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en México. En este proyecto la elaboración de modelos de conocimiento facilitó una investigación de maestría, permitiendo estructurar todo el trabajo de campo, representar las concepciones de los informantes extraídas de grupos focales y entrevistas, organizar la información y categorías más importantes, hacer la reducción, análisis y representación de datos mediante CmapTools. De forma que el mapa conceptual se convierte una herramienta metodológica que facilita al estudiante de posgrado e investigador los procesos de análisis, codificación y representación de datos en una investigación.

Keywords: Modelo de conocimiento, Mapa conceptual, Investigación, Metodología, Posgrado.

1 Introducción

Frecuentemente se han utilizado los mapas conceptuales como herramientas didácticas que permiten la representación gráfica de conocimientos. Desde la perspectiva educativa el mapa conceptual tiene múltiples usos como estrategia de aprendizaje, método de estudio para el estudiante, estrategia de enseñanza, planeación y evaluación para el profesor. Se reconoce la importancia de las diversas tareas que puede facilitar la elaboración del mapa conceptual, no obstante en este trabajo se muestra el uso de mapas conceptuales conformados en modelos de conocimiento como una opción metodológica que puede tener el estudiante de posgrado. El modelo de conocimiento es considerado como un sistema o red de mapas conceptuales sobre un tema específico.

La finalidad de este trabajo es presentar la experiencia y reflexión en torno a la construcción de modelos de conocimiento utilizando el software CmapTools (<http://cmap.ihmc.us/>). Se elaboró un modelo de conocimiento para organizar y representar la información obtenida en el trabajo de campo de una investigación de posgrado. Organizar los datos obtenidos en una investigación es una tarea ardua a la que un investigador se enfrenta y existen varias opciones que puede escoger para hacer este proceso, tenemos desde el uso de tablas de datos, reportes e informes de datos, cuadros clasificatorios entre otros. Son varias las metodologías que pueden surgir en una investigación, su uso también depende del marco teórico que se esté estudiando. Desde mi experiencia académica puedo señalar que el mapa conceptual elaborado como red o modelo de conocimiento es una metodología que facilita la búsqueda, análisis, interpretación y descripción de datos. (Diana García: 2012).

Se realizó un modelo de conocimiento general que a su vez contiene dos modelos de conocimiento específicos, uno correspondiente a las concepciones obtenidas en entrevistas y grupos focales que se aplicaron a estudiantes y profesores de la licenciatura en Artes en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en México (UAEM). El objetivo de la investigación fue conocer las representaciones sociales o concepciones en torno al arte y la producción artística. La naturaleza del mapa conceptual es la representación del conocimiento y el significado (Novak, 1988). Por tal razón consideramos que si buscábamos concepciones sobre el arte, las encontraríamos en los discursos de los informantes, dichos discursos esta compuestos por conceptos y proposiciones y el mapa conceptual es una técnica idónea para el rastreo, representación y análisis de estas.

Al inicio de nuestra investigación surgieron varias metodologías a seguir, al llevar a cabo el trabajo de campo y obtener gran cantidad de datos e información, nos encontrábamos con la tarea de leer y comprender los discursos transcritos de las entrevistas y grupos focales, interpretar, analizar los datos y obtener categorías importantes sobre el arte y lo que implicaba realizar la producción artística. Existen estudios previos que muestran que el mapa conceptual ayuda a la presentación de resultados y análisis de entrevistas. (Daley, 2004) (García Ponce de León, Montero y Aguilar Tamayo, 2004). Los datos mencionados son elementos propios de la investigación cualitativa, la elaboración de mapas conceptuales y estructurarlos en un modelo de conocimiento como herramienta metodológica facilita este tipo de investigación, permitió identificar las diversas concepciones de los informantes y encontrar el significado de los textos que surgieron a partir de la

transcripción de entrevistas que fueron aplicadas a profesores que se encontraban impartiendo asignaturas en la facultad de artes.

Es importante señalar que una primera parte de la investigación se dio a conocer en el congreso pasado de mapas conceptuales, el desarrollo y final del proyecto es el que se presenta ahora. El uso del modelo de conocimiento como herramienta metodológica se consideró un aspecto innovador en el posgrado que se estaba cursando ya que para el análisis de los datos se proponía realizar tablas o informes de la información transcrita pero hacer esto se volvía tedioso y cansado y no dejaba especificar ciertas categorías sobre la producción artística. El modelo de conocimiento ayudó estos procesos y creemos conveniente reconocer que a diversos estudiantes de posgrado elaborarlos puede favorecer en que las tareas de investigación sean muy significativas, basándonos en que se ha comprobado que la realización de mapas conceptuales en la escuela promueve el aprendizaje significativo, de igual forma este tipo de aprendizaje se logra en el investigador al hacer uso de modelos de conocimiento.

2 Metodología

En un primer momento de la investigación se realizó un estudio documental y bibliográfico de la teoría o marco teórico que guiaba el proyecto. De lecturas, seminarios que se llevaban a cabo en la maestría, artículos y capítulos de libros se elaboraron algunos mapas conceptuales con el fin de identificar y estudiar más a detalle los conceptos y principios teóricos importantes en el trabajo. Se mapearon conceptos como la teoría de la representación social, creencia y producción artística.

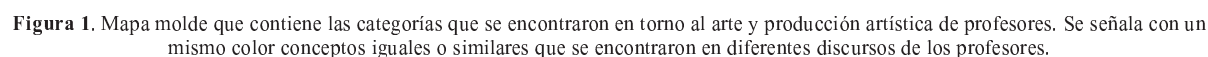
2.1 Participantes y procedimiento

Los primeros participantes fueron 30 estudiantes universitarios que cursaban la licenciatura en Artes Visuales. Se trabajó a partir de tres grupos focales conformados por 10 estudiantes. También se elaboró un guion de entrevista y su aplicación a tres profesores de la misma facultad que ejercían la docencia y producción artística. El estudio se hizo de esta forma con el fin de reconocer y comparar las concepciones de estudiantes que tenían en una formación académica para ser artistas con las concepciones de artistas expertos que habían tenido la experiencia de realizar producción artística. La aplicación de entrevista tuvo una duración alrededor de 60 minutos y los tres profesores entrevistados estaban enfocados a trabajos artísticos referentes a rubros como teoría del arte, arte visual, arte sonoro y plástico. En las entrevistas comentaron sobre su formación profesional, su desempeño docente en la Facultad de Artes, concepciones sobre el arte, lo que implicaba ser un artista, el equilibrio entre la teoría y la práctica artística, y explicaron su experiencia de trabajar en la producción de alguna obra o pieza de arte.

Cada una de las entrevistas fue grabada y transcrita, de manera que al tener los textos en versión impresa se hizo una lectura analítica de cada uno de los discursos y se remarcaron ideas clave e importantes. Se realizaron constantes relecturas para determinar el sistema de categorías que serían la guía para empezar el mapeo de las concepciones sobre la producción artística. Las categorías encontradas en las entrevistas de los profesores fueron: arte, teoría del arte, imagen, formación profesional, artista, espacio de trabajo, equipo, producción artística, técnica artística, metodología, docencia e investigación en el arte. La identificación de estas categorías facilitó la fragmentación de los datos de la entrevista, de modo que se obtuvo una lista de conceptos y proposiciones para la elaboración de los mapas conceptuales.

Los mapas conceptuales fueron elaborados en CmapTools, se creó un mapa conceptual guía o (mapa molde) ya que como su nombre lo menciona sirvió de molde general para el mapeo de las concepciones en las entrevistas. El mapa molde se estructuró con las categorías antes mencionadas para la sistematización y orden de los datos. Posteriormente se elaboraron versiones de mapas conceptuales sobre las representaciones sociales o concepciones cotidianas de los profesores en torno al concepto de arte, teoría del arte, artista, producción artística y formación profesional. (Véase figura 1).

Se obtuvieron dos modelos de conocimiento, uno referente a las representaciones sociales de estudiantes y otro a las representaciones de los profesores, el primer modelo se estructuró de 25 mapas conceptuales y el segundo conformado por 30 mapas y diversos recursos hipertexto. Un aspecto importante que aportó a la complementación de la información obtenida fue el monitoreo de los blogs, Facebook, sitios web de los profesores donde compartían información sobre su producción artística.



Uno de los aspectos esenciales de la investigación cualitativa es la construcción, interpretación y comprensión de textos los cuales sirven para encontrar hallazgos pero también necesitan una interpretación y de un medio para presentarlos y comunicarlos. (Flick: 2004). En una investigación, por ejemplo la aplicación de entrevistas guía a diversas informaciones y datos de los informantes. Las entrevistas al ser transcritas se convierten en textos que deben ser interpretados por el investigador, cada texto está conformado por una serie de conceptos y categorías (Aguilar Tamayo, Montero, Daley, 2004) y por lo tanto tienen un significado. La realización de mapas conceptuales trabajando de forma directa con expertos a través de sesiones de entrevistas ha demostrado ser una manera efectiva y rápida de adquirir, representar y compartir el conocimiento tácito de aquellos. (Coffey, Hoffman, Cañas and Ford, 2002).

En otras ocasiones el análisis de datos recae en hacer un análisis descriptivo a partir de la construcción de códigos por parte del investigador. La codificación de los datos se hace mediante la codificación abierta que permite la fragmentación de información y que muchas veces su análisis se da al realizar lectura de línea por línea del texto, de forma que a cada unidad se le atribuye un nombre una “etiqueta verbal” que interprete el significado de la información recogida y se expresa en esquemas. No obstante el uso de algunos cuadros y esquemas se vuelven imprácticos, consideramos que el mapa conceptual permite realizar una codificación, análisis de los datos, (Aguilar Tamayo, Montero: 2010) organización y representación gráfica del conocimiento. (Novak y Cañas, 2008). Los mapas conceptuales elaborados a partir de las entrevistas de los profesores arrojaron datos interesantes para el fin de la investigación, algunas proposiciones que se encontraron fueron: “El arte como un espacio de diversión”, “El arte permite resolver problemas de la vida cotidiana”, “El arte no se enseña, se enseñan los procesos artísticos”, “El artista debe estar informado de cuestiones sociales, políticas, culturales y científicas”. Hacer mapas conceptuales fue una manera muy práctica para la selección de proposiciones significativas.

3.1 Procesos de codificación a partir del mapa conceptual

Uno de los retos que nos enfrentamos en esta investigación fue la selección, clasificación y análisis de la gran cantidad de información recabada en el trabajo de campo. Desde nuestra experiencia al usar el mapa conceptual como herramienta metodológica facilitó hacer una selección de conceptos y proposiciones más significativas en torno a temas del arte para poder realizar la codificación de los datos. (Observar figura 3).

Una de las principales funciones del mapa conceptual elaborado en CmapTools es la creación de un sistema de categorías o codificación de datos que proporciona el análisis de datos para el desarrollo de una teoría. CmapTools es una herramienta que ayuda la construcción de mapas conceptuales y es considerado como una *tecnometodología* (Aguilar Tamayo: 2012) que sintetiza la técnica del mapa conceptual tanto un sistema de representación y también un método de análisis a partir de la codificación y conceptualización de la información. La codificación de los datos es la representación de operaciones por los cuales los datos se desglosan, conceptualizan y se vuelven a reunir en nuevas formas. Es el proceso central por el que se construyen teorías a partir de datos (Strauss and Corbin; Flick: 1990). La elaboración de mapas conceptuales proporcionó el desglose de conceptos y proposiciones logrando hacer una representación de las concepciones sobre el arte de los profesores. El mapeo de los textos transcritos sobre los participantes orientó a segmentar la información, elaborar categorías, depurar conceptos y realizar la codificación de los datos. Hacer diferentes versiones de mapas conceptuales ayudó a mejorar y enriquecer la representación de las concepciones, en este proceso encontramos conveniente agregar o mover conceptos, corregir algunas proposiciones, encontrar enlaces entre conceptos, etc. estos aspectos ayudan hacer de alguna forma una constante recodificación de los datos.

Llevar a cabo métodos de segmentación, codificación y categorización a partir de los mapas conceptuales da paso a la reducción de datos que posibilita detallar y acotar la información más importante. En un mapa conceptual la reducción de datos se observa visualmente en aquellos conceptos y proposiciones que el investigador cree conveniente mostrar tras constantes reelaboraciones del mapeo conceptual. La ventaja de usar el mapa conceptual es que reduce, muestra conceptos y proposiciones de varias transcripciones de entrevistas y captura el significado de estas. Es importante señalar que los procesos de codificación y reducción de datos se acompañan de procesos de constante lectura y relectura del mapeo conceptual.

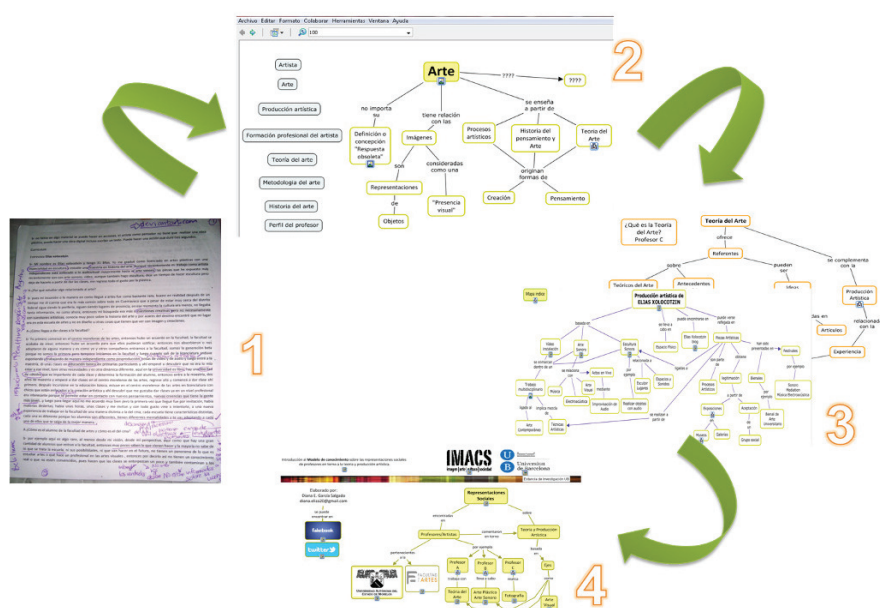


Figura 2. Muestra de una forma breve los procesos de organización, codificación y análisis de datos a partir de modelo de conocimiento. 1) Transcripciones de entrevistas realizadas a los profesores, 2) Selección de categorías a mapear y mapa molde, 3) Mapas conceptuales específicos, 4) Integración de todos los datos y recursos hipertexto en el modelo de conocimiento.

3.1.1 Modelo de conocimiento y uso de CmapTools

Los mapas conceptuales y el modelo de conocimiento de esta investigación se elaboraron y editaron en el programa CmapTools [<http://cmap.ihms.us>]. Este software ha facilitado el proceso de elaboración de los mapas conceptuales, es una herramienta que permite organizar grandes volúmenes de información y conocimiento.

CmapTools es gratuito y tiene una forma sencilla y fácil de descargar, posibilita la elicitación, captación y representación del conocimiento a partir del mapeo conceptual y modelos de conocimiento.

La función principal de CmapTools es la edición de mapas conceptuales, tarea que se vuelve práctica ya que el programa es fácil de aprender y cuenta con opciones y operaciones que pueden reconocerse a simple vista. El software no cuenta con menús complejos e interfaces con demasiados iconos lo que admite la concentración a una sola tarea como la elaboración del mapa conceptual. (Alberto, J, Cañas: 2004).

CmapTools favorece la edición de un mapa conceptual hasta una red de varios mapas conceptuales también llamada Modelo de conocimiento. (Cañas: 2004). La construcción de un modelo de conocimiento surge a partir del mapeo conceptual de una temática o teoría. Es un sistema que permite representar el conocimiento de una manera organizada y estructurada e integrar otros elementos en hipervínculos a este sistema organizado como fuentes de información, documentos, imágenes, videos, audios, páginas web entre otros. (Cañas et al, 2000). En este estudio la creación de modelos de conocimiento abarcó los mapas conceptuales en torno a los discursos realizados en grupos focales y entrevistas, en algún momento la información recabada de los participantes se mostraba desordenada y con algunas ambigüedades, la edición de mapas molde, el mapa general y mapas específicos permitió un orden entre mapas conceptuales y cada mapa conceptual mostraba una jerarquía y organización de los conceptos en cuanto a la práctica artística. Aspectos metodológicos que ayudaron a una mejor estructura de la información fue el uso de carpetas en CmapTools, utilizar una pregunta de enfoque en cada mapa conceptual y hacer uso de la opción de anotación en los Cmaps.

En el caso específico de los profesores, se realizaron mapas conceptuales que incluyeran su formación profesional, concepción de arte, de artista, lo que implicaba el estudio de la teoría del arte y su producción artística.

Y aunque gran parte del mapeo conceptual se realizó en base a las entrevistas realizadas, el modelo de conocimiento elaborado cuenta con distintos hipervínculos a páginas web que los profesores recomendaron sobre algunas tendencias artísticas, congresos de arte que habían asistido, sus portafolios de producción artística e incluso artículos y textos que ellos recomendaron en las entrevistas. (Revisar siguiente imagen).

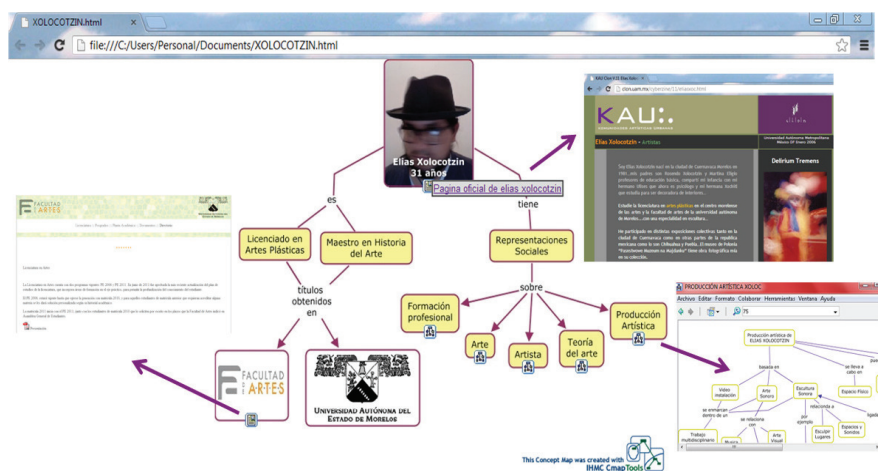


Figura 3. Mapa conceptual general que presenta la información organizada de este profesor entrevistado. Se muestran conceptos que cuentan con un hipervínculo a mapas específicos relacionados al concepto de arte, artista, teoría del arte etc. Además de tener hipervínculos a otros mapas conceptuales también guían a sitios oficiales donde se describe la producción artística de este profesor.

En el modelo de conocimiento se agregó también el seguimiento de la investigación en una estancia internacional realizada, de forma que se adjuntaron links a archivos fotográficos realizados, galerías y museos visitados, algunos textos y congresos asistidos en el desarrollo de la maestría. Damos énfasis que la creación de modelos de conocimiento no sólo involucra la organización de información de una investigación sino que va más allá de este proceso, en nuestro caso engloba la parte de teórica de una investigación, el sistema conceptual extraído de entrevistas en trabajo de campo, recomendaciones de los informantes que se adjuntaron a través de hipervínculos, así como la relación de esta información con el trabajo realizado en una estancia de investigación. Por estos aspectos consideramos y damos crédito al modelo de conocimiento como una metodología que el estudiante de posgrado puede utilizar y que además de organizar la información de la investigación, a la par se obtiene el análisis y es una manera de presentar y representar los datos. También la elaboración de mapas conceptuales en una investigación genera el aprendizaje significativo en el investigador sobre su objeto de estudio.

El modelo de conocimiento se organizó a partir de un mapa índice o general que guía a la navegación de los mapas conceptuales específicos. De manera que el mapa índice cuenta con hipervínculos al trabajo realizado con los estudiantes de artes, el análisis de entrevistas realizadas a los profesores de artes y el trabajo hecho en una estancia de investigación. (Ver figura 5).

Las herramientas de CmapTools brindaron una mejor representación gráfica y visual a las representaciones en torno a la producción artística de los profesores presentadas en el modelo de conocimiento. Las opciones de formato, el caso específico de estilos nos permitió dar color a las tipografías, editar líneas y conceptos. Otras opciones que se usaron es el diseño automático para mapas conceptuales específicos donde no se encontraba una jerarquía definida, realizar nodos anidados en el caso de mapas conceptuales con gran cantidad de información, el nodo anidado sirvió para segmentar concepciones. Y con la función de comparar mapas conceptuales se logró hacer un comparativo de algunos conceptos y proposiciones parecidas entre los estudiantes y profesores.

Los resultados que arrojó la comparación nos permitió visualizar las similitudes y modificaciones que se realizaron entre distintas versiones de un mapa conceptual. Por ejemplo en esta investigación se encontró que concepciones como “el arte es un producto artístico”, “el artista es un creador”, “El arte sirve para la expresión”, se encontraban presentes tanto en los estudiantes y profesores, entre los mismos profesores los mapas conceptuales existieron proposiciones parecidas como “El arte se facilita a partir del estudio de la historia del arte”, “El artista debe ser una persona informada”, “La teoría del arte ayuda a fundamentar la práctica artística”, entre otros aspectos.

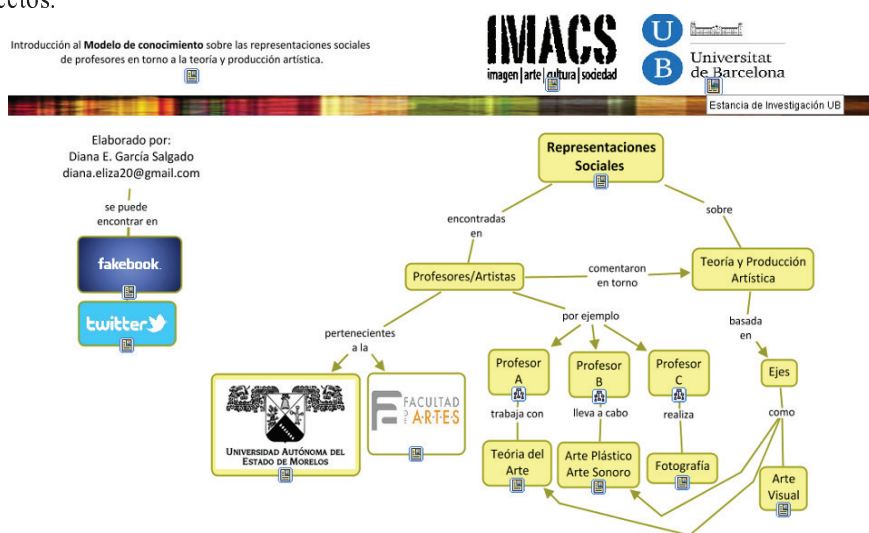


Figura 4. Muestra el mapa general que guía al modelo de conocimiento elaborado en torno a las concepciones de los profesores entrevistados. Se observa en la figura que los conceptos tienen hipervínculos a páginas web, documentos virtuales, imágenes y a otros mapas conceptuales. En el modelo de conocimiento también se integraron algunos aspectos de la estancia de investigación realizada en la Universidad de Barcelona, se realizó un archivo de fotos, folletos, revista cultural y algunos datos fueron organizados en página web y video.

4 Resultados

La elaboración de mapas conceptuales estructurados en modelo de conocimiento permitió la obtención de distintas concepciones del profesor experto en el arte sobre los procesos de producción artística. La elaboración del modelo de conocimiento no sólo posibilitó la representación visual-conceptual de la información obtenida en la investigación sino el análisis de esta y como herramienta metodológica guió al conocimiento de las representaciones sociales del profesor, consideradas como una serie de concepciones y conocimientos en torno a la teoría y producción artística. La experiencia de realizar modelos de conocimiento es que permite hacerse experto de un área de conocimiento, en este caso hacernos expertos en la parte teórica y práctica del marco de los conocimientos de profesores en relación a la producción artística.

El modelo de conocimiento benefició la integración de varios elementos conceptuales y encontrar las relaciones significativas que pudiesen existir entre conceptos y proposiciones lo que genera un mejor análisis y reflexión de la información que se está mapeando. Con base al proceso de comparación realizado entre las diferentes versiones de los mapas se encontraron concepciones generalizadas tanto en los estudiantes y profesores. El mapeo en torno a las entrevistas de los profesores nos amplificó la mirada sobre los procesos

artísticos, y aunque los profesores entrevistados eran de diferente edad, en el mapeo se encontraron marcadas ciertas semejanzas proposicionales. Aspectos que enriquecieron los modelos de conocimiento fue el adjuntar recursos hipermedia como: páginas web sobre el arte, documentos Word, Pdf, links a portafolios o blogs sobre la producción artística de los profesores, imágenes referentes a obras de arte, videos de Youtube etc. De alguna forma estos aspectos favorecen de forma gráfica y visual los datos presentados.

Es importante indicar que Cmaptools es un software que concede el adjuntar estos elementos, sin embargo en nuestro caso el uso de diversas imágenes y fotografías sobre arte y procesos artísticos fue elemental en los mapas conceptuales, no obstante encontramos dificultad sobre todo en la presentación y visor de imágenes, que a cada una de ellas se les debe de dar clic para poder visualizarla y no hay una presentación automática de varias imágenes a la vez, lo cual se vuelve cansado y poco práctico para el lector del modelo de conocimiento, el abrir y estar cerrando una por una de las ventanas que muestran las imágenes. Sería importante tomar en cuenta la efectiva presentación de imágenes en las aplicaciones del Software CmapTools.

5 Conclusiones

En diversas comunidades de investigación en posgrado se desconoce el uso del mapa conceptual y modelos de conocimiento como herramientas metodológicas para análisis y representación de datos. Derivada de la experiencia de trabajar modelos de conocimiento en CmapTools se considera una metodología basada en la investigación cualitativa que puede ser efectiva para la organización, integración, análisis de datos y que puede favorecer al estudiante de posgrado, investigador y estudiantes de licenciatura en sus tareas de investigación, conceptualización y análisis. El uso de mapas conceptuales y modelos de conocimiento permiten la obtención procesos de investigación significativos. Es importante reconocer y promover la función del modelo de conocimiento como una estrategia metodológica en la investigación.

Los modelos de conocimiento ayudan los procesos de selección, clasificación, conceptualización, análisis y reducción de los datos recabados en entrevistas u otras fuentes de información. Conceden la integración de diversas etapas de una investigación, como el trabajo teórico, trabajo de campo, análisis de los datos e incluso la reflexión para la redacción de una tesis. Además es una forma visual, atractiva e innovadora de representar los datos de un trabajo de investigación, proyecto teórico, trabajo de campo y tesis.

6 Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el apoyo de Conacyt, becario 311576/264888 y fue parte del proyecto de maestría Representación, Imaginario, Arte y Modelos de conocimiento. Se agradece a la Facultad de Artes de la UAEM y a todos los participantes que colaboraron en este trabajo de investigación.

Referencias

- Aguilar Tamayo, M. F. and V. Montero (2010). *Cmap Tools y el análisis cualitativo de los datos. Métodos y procedimientos*. Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping. J. Sánchez, A. J. Cañas and J. D. Novak. Chile, Universidad de Chile. 2: 15-18.
- Aguilar Tamayo M. F. (2012). *Didáctica del mapa conceptual en la educación superior. Experiencias y aplicaciones para ayudar al aprendizaje de conceptos*. México: Juan Pablos Editor.
- 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., Ford, K. M., Hayes, P. H., Reichherzer, T., Suri, N., Coffey, J. W., et al. (1997). Colaboración en la *Construcción de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales*. Artículo presentado en: VIII Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. San José, Costa Rica.
- Cañas, A. J., Hill, G., & Lott, J. (2003). *Support for Constructing Knowledge Models in CmapTools* (Technical Report No. IHMC CmapTools 2003-02). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas A. J. and J. Novak. (2008). *Facilitating the Adoption of Concept Mapping Using CmapTools to Enhance Meaningful Learning*. In Okada, A, Buckingham Shum, S. J., Sherborne, T (eds), Knowledge Cartography, Software Tools and Mapping Techniques.

- Coffey, J.W.; Hoffman, R.; Cañas A. J. and Ford, K.M. (2002). *A concept Map-based Knowledge Modeling Approach to expert knowledge sharing*. IKS 2002-the IASTED International Conference on Information and Knowledge Sharing, November Virgin Islands.
- Daley, B. J. (2004). "*Using Concept maps in Qualitative Research*." Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the first Int. Conference on Concept Mapping.
- Díaz Valdés, Araceli., Flores, J., García, D., Ibarra, J. (2010) *Experiencias de universitarios en el desarrollo de modelos de conocimiento*. Artículo presentado en cuarto congreso de Mapas conceptuales 2010, Viña del Mar, Chile.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid, Ediciones Morata, Fundación Paideia Galiza.
- García, F. M. G. (2008). *El mapa conceptual y el diagrama V. Recursos para la enseñanza superior en el siglo XXI*. España: Narcea.
- García Salgado, D., Noyola Piña, L., Aguilar Tamayo, M.F. (2012) *Modelo de conocimiento y la representación de imaginarios sociales*. En: Cañas, A. J., Novak, J.D., Vanhear, J. (Editores) Concept Maps: Theory, Methodology, And Technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping. Vol 2. Malta: Universidad de Malta. (pp. 353-360. ISBN Vol2: 978-99957-0-309-7).
- García Ponce de León, O., Montero, V. y Aguilar Tamayo, M. F. (2004) *Mapas Conceptuales aplicados al análisis de discurso de grupos en la universidad*. En: Cañas, A. J., Novak, J. D., González, F. M. (Editores) Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping. Vol 2. España: Universidad Pública de Navarra. España. (pp. 181-184). ISBN Vol.1: 84-9769-064-8). ISBN de obra completa: 84-9769-066-4.
- IHMC. CmapTools V.5.04.02 [Aplicación Informática] Institute for Human and Machine Cognition. (<http://cmap.ihmc.us/>)
- Novak, J. D. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Novak, J. D y Cañas. (2004). *Construyendo sobre nuevas ideas y la herramienta CmapTools para crear un nuevo modelo para la educación*. Obtenido de <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/NewModelEducation/NuevoModeloEducacion.pdf> fecha de consulta: 2 de mayo 2012.

MULTI-LEVEL ANALYSIS STRATEGY TO MAKE SENSE OF CONCEPTS MAPS

Beat A. Schwendimann, *École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland*
Email: beat.schwendimann@gmail.com, www.schwendimann.org

Abstract. Making sense of concept maps is an ongoing challenge for the concept mapping community. This paper introduces a multi-level analysis strategy by combining quantitative and qualitative methods to triangulate changes in students' concept maps. Quantitative analysis includes overall, selected, and weighted propositional analysis using a knowledge integration rubric (Linn, 2000) as well as network analysis to describe changes in network density and prominence of selected concepts. Research suggests that scoring only selected propositions can be more sensitive to indicate conceptual change because it focuses on key concepts of the map. Qualitative analysis includes topographical analysis methods to describe the overall geometric structure of the map and an analysis of link types. This paper suggests that a combination of quantitative and qualitative analysis methods can capture different aspects of concept maps and provide a rich description of changes in students' understanding of complex topics.

Keywords: Multi-level analysis, network analysis, qualitative analysis, quantitative analysis, Knowledge Integration Map

1 Introduction

Concept maps can serve as rich sources of several different forms of information, for example presence or absence of connections and concepts, quality of connections, different types of link labels, different types of networks, and spatial placement of concepts. Many existing analysis methods do not capture the manifold alternative concepts students represent in a concept map and tend to lose information by representing concept maps scores as a single number, for example by scoring components of the concept map either qualitatively by counting the number of concepts, links, hierarchy levels, and examples (Novak & Gowin, 1984), by qualitatively evaluating propositions (McClure, Sonak, & Suen, 1999), or by comparing students' concept maps with a benchmark map (for an overview of concept mapping analysis methods see (Cathcart, Stieff, Marbach-Ad, Smith & Frauwirth, 2010)). However, no single scoring method can accurately describe the many different forms of information in concept maps. This paper uses a form of concept map, called Knowledge Integration Map (KIM) (Schwendimann, 2011c), to illustrate the need for a more comprehensive multi-level analysis method for concept maps. KIM analysis combines both propositional, network, and topological analysis methods. Using quantitative and qualitative analysis methods in combination can provide complimentary insights of connections between concepts and allows tracking changes in the quality of concept maps.

1.1 Knowledge Integration Maps (KIM)

Markham (Markham, Mintzes, & Jones, 1993) found that the major differences in content knowledge of novices and experts are a lack of integration, lack of cross-links between concepts, and a limited number of hierarchical levels. Integrating complex concepts requires connecting concepts from different fields. This paper uses concepts from biology education as examples; in particular evolution with connects to the fields of genetics and cell biology. Knowledge Integration Maps differ from classical concept maps in several characteristics (see table 1). KIMs aim to elicit and scaffold cross-field connections through the spatial arrangement of concepts in specified drawing areas.

Table 1: Comparison between classical concept maps and KIMs

	Classical concept map	Knowledge Integration Map
Design	Hierarchical arrangement of concepts	Non-hierarchical placement of concepts in specified drawing areas
Analysis of concepts	No weighted concepts	Weighted concepts (Indicator concepts)
Analysis of links	No weighted relations	Weighted relations (Essential connections)

Concept mapping tasks are found in many different forms and provide different amounts of constraints. Tasks range from open tasks where students can freely choose their concepts and labels to highly directed tasks where students fill in concepts out of a given list into blanks in a given skeletal network structure (Novak & Cañas, 2006). KIMs aim for a balanced design by providing students with a small set of concepts but allowing them to generate their own connections and labels. This design allows comparing maps of different students with each other. KIM worksheets consists of five elements: 1) Focus question, 2) Specified drawing area (in the evolution example, genotype and phenotype), 3) Instructions, 4) Given list of concepts, and 5) Starter map (see figure 1).

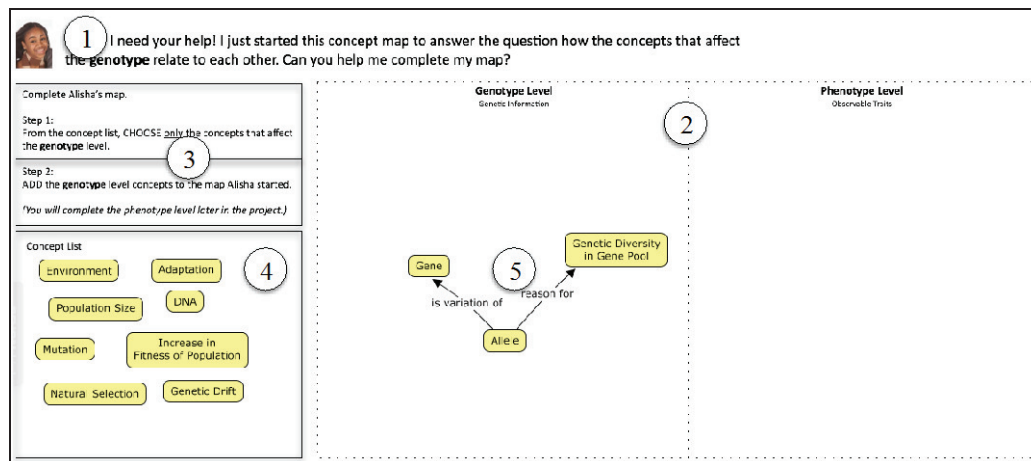


Figure 1: Knowledge Integration Map worksheet

Based on an evaluation of major biology textbooks, eleven concepts have been selected for the forced-choice design of the Knowledge Integration Map. The number of concepts was kept low in order to keep to size and complexity of the KIM reasonable for the given time constraints for its creation. A total of 55 connections are possible between the given 11 concepts, but not all propositions are of equal importance. (Considering each direction individually and allowing for circular links to same concept, $11 \times 11 = 121$ connections would be possible). Students need to decide which connections are essential to represent their understanding. Additionally, each connection can go in either direction and be described by many different labels. Students need to match the directionality of the connection with the label and construct a label that accurately describes the nature of the relationship. As the map constrains students to only one connection between two concepts, students need to develop decision-making criteria. To model expert understanding, the given list of concepts includes only normative evolution concepts, but no non-normative concepts such as “need”, “intentionality”, or “want”. Alternative concepts can be expressed through concept placement and link labels.

2 Forms of KIM analysis

The research literature indicates that concept map analysis is no trivial task and it can use a wide variety of scoring methods. Concept maps can be analyzed either qualitatively or quantitatively.

2.1 Quantitative concept map analysis

Concept maps contain several elements that can be quantitatively evaluated: Concepts, hierarchy levels, propositions, and overall network structure. Links and concepts can be easily counted but their amount provides little insight into a student's understanding. A higher number of links does not necessarily mean that the student understands the topic better as many links might be invalid or trivial (Austin & Shore, 1995). Evaluating the number of hierarchy levels has been suggested by Novak and Gowin (1984). The existence of hierarchies is linked to higher levels of expertise, but hierarchy levels can be difficult to differentiate and some concept maps can be non-hierarchical but still valid maps. Propositions, the composite of two concepts, a link label, and an arrow, can be evaluated in order to learn about students' understanding. It can be decided to evaluate all propositions equally, to weight certain propositions more than others (Rye & Rubba, 2002), or to analyze only certain indicator propositions (Ruiz-Primo et al., 2009). Scoring all propositions ('total accuracy score') is time consuming and does not differentiate links that show deeper understanding and trivial links. There are two alternatives to a 'total accuracy score': The 'convergence score' (Yin 2005) is the proportion of accurate propositions out of all possible propositions in the benchmark map. An alternative to scoring all links is to focus only on a small number of selected links ('essential links') (Yin 2005). Ruiz-Primo et al. (2009) suggest that scoring only essential links is more sensitive to measuring change because it focuses only on the key concepts of the concept map. However, analyzing only isolated propositions does not account for the network characteristics of a concept map. Quantitative propositional analysis alone could lead to the same score for a list of isolated propositions and a network of the same propositions. Network analysis can be used to describe the connectedness of a KIM through density and prominence indicators of selected indicator concepts.

2.1.1 Benchmark KIM

An expert-generated KIM can be used to identify the overall structure, central concepts, and essential connections (see figure 2). However, a benchmark map should not be interpreted and used as the single correct solution but as an expert-generated suggestion that allows identifying central concepts and connections for a detailed analysis. The benchmark KIM indicates how many and which connections and concepts experts generate.

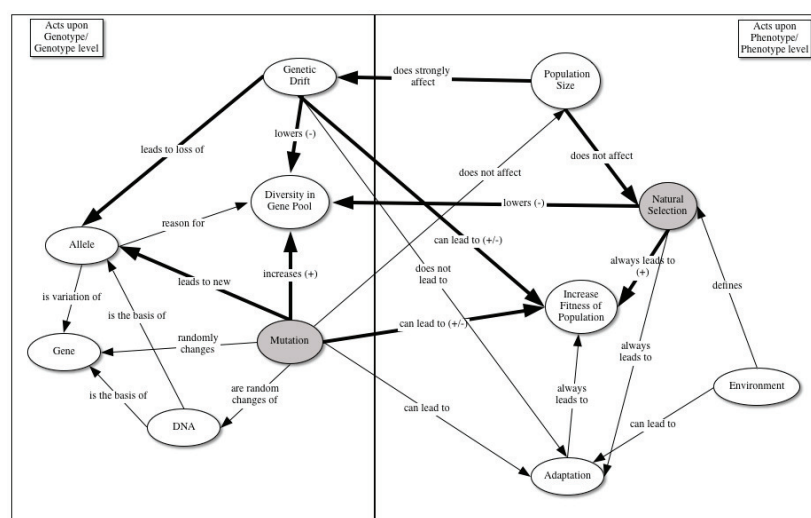


Figure 2. KIM benchmark map. Indicator concepts (grey), essential connections (bold)

2.1.2 Indicator concepts

Ruiz-Primo suggested that knowledge is organized around central concepts, and to be knowledgeable in a field implies a highly integrated conceptual structure (Ruiz-Primo et al., 1997). Analyzing how connected selected concepts are in a KIM can identify learners' understanding of the importance of concepts. For the KIM network analysis, one concept from each level ("mutation" for genotype/ "natural selection" for phenotype) has been selected as the 'indicator concept'. Indicator concept analysis describes the number and kind of connections to other concepts. The criteria for selecting indicator concepts were: 1) Centrality in the expert benchmark KIM (see figure 2), and 2) Importance according to evolutionary theory literature.

2.1.3 KI rubric for concept maps

Propositional scoring included 1) scoring of all propositions ('total accuracy score'), and 2) scoring of only essential propositions. Individual propositions were analyzed using a five-level knowledge integration rubric (see table 2).

Table 2: KIM knowledge integration rubric

KI Score	Link label quality	Link Arrow	Sample Propositions
0	None (No connection)	None (No connection)	None
1	Wrong label	Wrong arrow direction	Genetic variability includes mutation
2	a) No label b) Correct label c) Incorrect label	a) Only line b) Wrong arrow direction c) Correct arrow direction	a) Mutation -- genetic variability b) Genetic variability --contributes to > mutation c) Mutation -- includes > genetic variability
3	No label	Correct arrow direction	Mutation --> Genetic Variability
4	Partially correct label	Correct arrow direction	Mutation -- increases --> Genetic Variability
5	Fully correct label	Correct arrow direction	Mutation -- causes random changes in the genetic material which in turn increases --> Genetic Variability

2.1.4 Concept Placement Analysis

KIMs ask students to sort out concepts into domain-specific areas ('levels') (for example genotype and phenotype). Concept placement is an additional level of information that indicates how students categorize concepts. Connecting concepts within a level indicates students' understanding of the relations between closely

related concepts. Cross-links are of particular interest as they can indicate “creative leaps on the part of the knowledge producer” (Novak & Cañas, 2006) and reasoning across ontologically different levels (Duncan & Reiser, 2007). As concepts might be wrongly placed by students, an observed cross-connection might actually be a connection between two concepts of the same level (“uncorrected cross-link”). To account for such cases, a “corrected cross-link” variable indicates intra-domain connections even if the concepts were wrongly placed.

2.2 KIM network analysis

Commonly used quantitative propositional methods of analysis do not capture changes in the overall network structure. Network analysis uses the frequency of usage of essential concepts as indicators for a more integrated understanding. The network analysis method is based on social network analysis (Wasserman & Faust, 1994). As students develop a more complex understanding, they might also identify certain concepts as more important and connect them more often. Network analysis method can identify changes in ‘centrality’ (outgoing connections) and ‘prestige’ (incoming connections) of expert-selected indicator concepts (‘mutation’ for the genotype level; and ‘natural selection’ for the phenotype level) (using an adjacency matrix). The two network variables ‘centrality’ and ‘prestige’ can be combined to a total ‘prominence score’ (Importance Indicator) for each indicator concept. Multiplied with the KI score for each connection, a ‘weighted prominence score’ for each of the two indicator concepts can be calculated.

2.3 Qualitative KIM analysis

Qualitative analysis methods complement quantitative descriptions of concept maps by tracking changes in the geometrical structure (topology) and types of propositions.

2.3.1 KIM topological analysis

Quantitative analysis methods focus only on isolated propositions and can therefore not give an account of the network character of a whole map. Kinchin (2000, 2001) suggested a framework of four qualitative classes (simple, chain/linear, spoke/hub, net) to describe the major geometrical structure of a concept map. Yin (2005) extended Kinchin’s framework by two additional classes (tree and circle). The analysis methods developed for KIMs further extends Yin’s framework. As Knowledge Integration Maps are divided into domain-specific levels (for example genotype and phenotype), the geometrical structure of each level needs to be described (empty, fragmented, linear, tree, hub, circular, or network). Coding includes each possible combination of geometrical structures in the two levels. Changes in the topology of KIMs can indicate changes in students’ knowledge integration.

2.3.2 Qualitative proposition type analysis

To describe semantic changes in the relations between concepts, qualitative variables are needed. The concept mapping literature suggests a number of different link types. For example, Fisher (2000) distinguished three main types of propositional relations in biology that are used in 50% of all instances: whole/part, set/member, and characteristic (p204). O’Donnell distinguished between three types of relations in knowledge maps: Dynamic, static, and elaboration (O’Donnell, Dansereau, & Hall, 2002). Lambiotte suggested dynamic, static, and instructional relation types for concept maps (Lambiotte, Dansereau, Cross, & Reynolds, 1989). Derbentseva distinguished between static and dynamic relations in concept maps (Safayeni, Derbentseva, & Cañas, 2005).

To create a taxonomy of link types, higher order variables are needed. KIM analysis used the structure-behavior-function (SBF) framework to create the super-categories of the taxonomy. The SBF framework was originally developed by Goel (Goel & Chandrasekaran, 1989) to describe complex systems in computer science, and then applied to complex biological systems by Hmelo-Silver (2004).

- Structure: What is the structure (in relation to other parts)? These variables describe static relations between concepts. Static relations between concepts indicate hierarchies, belongingness, composition, and categorization.
- Behavior: What action does it do? How does it work/influences others? These variables describe the dynamic relations between concepts. Dynamic relations between concepts indicate how one concept changes the quantity, quality, or state of the other concept.

- **Function:** Why is it needed? These variables describe functional relations between concepts, for example “want” (intentionality) or “need” (teleological).

The sub-categories for the taxonomy emerged from KIM analysis (see table 7). Categorizing link labels allows tracking and describing how connections changed ontologically. To trace changes in relation types, a link label taxonomy has been developed for KIMs (see table 3). The relation categories also include negations, e.g. “does not lead to”, or “is not part of”.

Table 3: Categories of different types of KIM relations

Super-Category	Sub-Category	Code	Examples
UNRELATED	No Connection	0	
	No label (just line)	1	
	Unrelated label	2	
STRUCTURE What is the structure (in relation to other parts)?	Part-Whole (Hierarchical)	3	Is a/are a; is a member of; consist of; contains; is part of; made of; composed of; includes; is example of
	Similarity/ Comparison/ Contrast	4	Contrasts to; is like; is different than
	Spatial Proximity	5	Is adjacent to; is next to; takes place in
	Attribute/Property/ Characteristic (Quality (permanent) or State (temporary)	6	Can be in state; is form of
BEHAVIOR What action does it do? How does it work/ influence others?	Causal-Deterministic (A always influences B)	7	Contributes to; produces; creates; causes; influences; leads to; effects; depends on; adapts to; changes; makes; results in; forces; codes for; determines
	Causal-Probability (Modality)	8	Leads to with high/low probability; often/rarely leads to; might/could lead to; sometimes leads to
	Causal-Quantified	9	Increases/ decreases
	Mechanistic	10	Explains domain-specific mechanism/ adds specific details or intermediary steps
	Procedural-Temporal (A happens before B)	11	Next/ follows; goes to; undergoes; develops into; based on; transfers to; happens before/during/after; occurs when; forms from
FUNCTION Why is it needed?	Functional	12	Is needed; is required; in order to; is made for
	Teleological	13	Intends to; wants to

3 Discussion and Implications

This paper proposes that a combination of qualitative and quantitative analysis methods can provide complementary information to triangulate changes in learners’ concept maps of complex topics. Concept maps as assessment tools have been used to track conceptual changes in a wide variety of contexts. However, the mixture of different kinds of concepts (for example physical object, process, abstract construct, property, etc.) and different types of links (for example causal, correlational, temporal, part-whole, functional, teleological, mechanical, probabilistic, spatial, etc.) can make analysis challenging and time-consuming (McClure, Sonak, & Suen, 1999). This paper identified several methods and variables, such as KIM cross-links, indicator concepts’ prominence scores, weighted essential link scores, network analysis, topological analysis, and qualitative propositional analysis, that can be more efficient and sensitive than scoring each proposition in isolation.

Cross-links can indicate the integration of knowledge across levels. Experts and advanced novices develop well differentiated and highly integrated frameworks of related concepts (Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Mintzes, Wandersee, & Novak, 1997). Cross-links are of special interest as they can indicate creative leaps on the part of the knowledge producer (Novak & Cañas, 2006).

Network analysis of indicator concepts describes changes of the centrality and prestige of indicator concepts. Improved understanding of a complex topic can be tracked through an increase in the prominence of indicator concepts. Distinguishing certain concepts as being important can be interpreted as a shift from a surface-level understanding to a higher-order understanding.

Concept maps aim to represent only selected important connections as not all possible propositions are equally meaningful. More connections do not necessarily mean a better map and deeper understanding. It is not necessary to generate every possible connection and include every possible concept but be purposefully selective. Similarly, concept map analysis can focus on essential links. Essential links can be identified through expert-generated KIMs. Research (Ruiz-Primo et al., 2009; Schwendimann, 2011a, 2011b) suggests that focusing on weighted essential links can reveal a greater variety of understanding while being more time-efficient.

The analysis of isolated propositions does not account for the network character of KIMs. Network density and prominence scores of selected indicator concepts can describe changes in the network structure of KIMs. The topological structure of a KIM can indicate shifts in learners' knowledge structure. A "network" structure indicates a more integrated understanding than a 'fragmented' concept map structure.

Qualitative proposition type analysis can indicate shifts in learners' understanding. For example in evolution education, a shift in the prominence of normative evolution concepts 'mutation' and 'natural selection' and a decrease of teleological concepts 'need' or 'want' can indicate an improved understanding of the mechanism of evolution. More quantified relations can be seen as an indicator for deeper understanding (Derbentseva et al., 2007).

No single analysis method can capture and track the rich information present in concept maps. This paper concludes that only using complementary methods in concert allows describing alternative ideas and triangulating changes in concept maps. A comprehensive analysis of concept maps might combine human and automated evaluation using both quantitative and qualitative methods. Further research is needed to more fully and more efficiently make sense of concept maps.

4 Acknowledgements

The research for this paper was supported by the National Science Foundation grant DRL-0334199 ("The Educational Accelerator: Technology Enhanced Learning in Science"). I thank my advisor Prof. Marcia C. Linn for her mentorship during the research for this paper and Prof. Pierre Dillenbourg for his support leading to the publication of this paper.

Disclaimer: An extended version of this paper has been published as a book chapter: Schwendimann, B. (2014). Making sense of knowledge integration maps. In D. Ifenthaler & R. Hanewald (Eds.), *Digital knowledge maps in education: Technology enhanced support for teachers and learners*. New York: Springer.

References

- Austin, L. B., & Shore, B. M. (1995). Using concept mapping for assessment in physics. *Physics Education*, 30, 41.
- Cathcart, Laura, Stieff, Mike, Marbach-Ad, Gili, Smith, Ann, & Frauwirth, Kenneth. (2010). *Using knowledge structure maps as a foundation for knowledge management*. ICLS.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-151.
- Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, A. J. (2007). Concept maps: Experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Education*, 44(3), 448-465.
- Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938-959.
- Fisher, K. M., Wandersee, J. H. M., & Moody, D. E. (2000). *Mapping biology knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Goel, A., & Chandrasekaran, B. (1989). Functional representation of designs and redesign problem solving. In *Proceedings of the 11th international joint conference on artificial intelligence - volume 2* (pp. 1388-1394).
- Hmelo-Silver, C. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. *Cognitive Science*, 28, 127-138.

- Kinchin, I. M. (2000). From 'ecologist' to 'conceptual ecologist': The utility of the conceptual ecology for teachers of biology. *Journal of Biological Education*, 34(4), 178-183.
- Kinchin, I. M. (2001). If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, 23(12), 1257-69.
- Lambiotte, J. G., Dansereau, D. F., Cross, D. R., & Reynolds, S. B. (1989). Multirelational semiotic maps. *Educational Psychology Review*, 1(4), 331-367.
- Linn, M. C. (2000). Designing the knowledge integration environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 781-796.
- Markham, K. M., Mintzes, J. J., & Jones, M. G. (1993). The structure and use of biological knowledge about mammals in novice and experienced students. *Paper Presented at the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Cornell University, Ithaca, NY, August 1-4, 1993*
- 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.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (1997). Meaningful learning in science: The human constructivist perspective. In *Handbook of academic learning: Construction of knowledge. The educational psychology series* (pp. 405-447). (1)U North Carolina, Dept of Biological Science, Wilmington, NC, US San Diego: Academic Press.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). *The theory underlying concept maps and how to construct them*. IHMC.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- O'Donnell, A. M., Dansereau, D. F., & Hall, R. H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educ Psychol Rev*, 14(1), 71-86.
- Ruiz-Primo, M. A., Iverson, H., Yin, Y., & . (2009). Towards the use of concept maps in large-scale assessments: Exploring the efficiency of two scoring methods. *NARST conference*.
- Ruiz-Primo, M. A., Schultz, S. E., & Shavelson, R. J. (1997). Concept map-based assessment in science: Two exploratory studies. *CSE Report*, 436.
- Rye, J. A., & Rubba, P. A. (2002). Scoring concept maps: An expert map-based scheme weighted for relationships. *School Science and Mathematics*, 102(1), 33-44.
- Safayeni, F., Derbentseva, N., & Cañas, A. J. (2005). A theoretical note on concepts and the need for cyclic concept maps. *J Res Sci Teach*, 42(7), 741-766.
- Schwendimann, B. A. (2011a). Integrating genotypic and phenotypic ideas of evolution through critique-focused concept mapping. In *AERA annual meeting 2011*. New Orleans, LA.
- Schwendimann, B. A. (2011b). Linking genotypic and phenotypic ideas of evolution through collaborative critique-focused concept mapping. In *Proceedings of the 9th international conference on computer-supported collaborative learning (CSCL)*. Hong Kong, China: CSCL Conference.
- Schwendimann, B. A. (2011c). *Mapping biological ideas: Concept maps as knowledge integration tools for evolution education* (PhD thesis). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/928947890?accountid=14757>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis : Methods and applications* (p. 825). Cambridge: Cambridge University Press.
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., & 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.

NLP-IMAP: INTEGRATED SOLUTION BASED ON QUESTION-ANSWER MODEL IN NATURAL LANGUAGE FOR AN INFERENCE MECHANISM IN CONCEPT MAPS

Wagner de A. Perin, Davidson Cury & Crediné S. de Menezes, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil
Email: wagnerperin@gmail.com

Abstract. Concept maps are tools for knowledge representation which can have their components used as bases for inference in question-answer systems. This paper explores the limitations of a computational solution of inference in concept maps and proposes a new architecture that enables them to process questions constructed in natural language. It describes what question-answer systems are, some techniques of Natural Language Processing and their applications, and highlights the main features of the inference mechanism investigated.

Keywords: concept map, question-answer system, natural language processing.

1 Introduction

For centuries the art of questioning lingers in the minds of many researchers and philosophers. Long discussions are carried out in order to discover what is most important: to know how to answer a question, or to know how to question?

We agree with Shank and Birnbaum (1996) when stating that "a central aspect of intelligence is the need to generate questions and answer them. No entity can learn on its own without generating the need to know". So it is in education that questions play a key role, so much so that most of the tools and pedagogical approaches adopted by teachers to check learning is based on question-answer model (tests, exercises, papers etc.). However, we limit the focus of this research to the use of concept maps as a knowledge representation tool.

Concept maps are graphical tools for organizing and representing knowledge. They are composed of concepts, usually within circles, and relations between these concepts, which are indicated by lines that connect. On such lines are the linking phrases that specify the relationship between the connected concepts (Novak & Cañas, 1998). Every triple (concept, relationship, concept) we call a proposition. We consider the propositions as the smallest unit of knowledge and believe that in defining them the author is actually making a statement of an important part of his/her knowledge.

One factor that motivates us to investigate a concept map is the fact that a concept map is a tool that gives incentive to ever deeper investigations of knowledge explored. With every concept and relation represented, new questions arise in the mind of the author of the map. To assist in the elicitation of new concepts and relations, Ribeiro et al. (2011) proposed a computational architecture that suggests concepts and relationships commonly represented on maps of the topic addressed.

Those who evaluate the semantics of a concept map research extensively to identify nuances of knowledge through concepts and relationships externalized by the author of the concept map. In doing so, they use a set of questions relating to the content of the map they consider important, such as: "What does the student know about the concept A? Did the student identify the relationship between concept A and concept B? What is the term used to link the existing relations between the concepts A and B? Which concepts did the student relate to the concept A? ".

We note that the search for answers to these questions would refer to a heavy load of cognitive processing and consume a significant amount of time. To facilitate this, Perin *et al* (2012) proposes a mechanism of inference able to answer questions raised by teachers through questions and answers. However, this mechanism is limited to people who have specific expertise or have been adequately trained. We are currently working to solve this limitation. The present study seeks to propose improvements to this mechanism in order to humanize the interaction between the appraisers and the system, by allowing queries to be constructed in natural language, adopting Natural Language Processing (NLP) techniques.

To present the proposed solution, this paper is organized into five sections, including this introductory section. The second section aims to describe what the question-answer systems are and highlights the main features of the inference mechanism investigated and also points to some techniques of Natural Language Processing and their applications in this research. The third section shows the proposed solution and its integration into a inference engine. Finally, the fourth section presents some conclusions, limitations and points to possible future works.

2 Question-answer systems

Question-answer system is a research area of computer science that encompasses techniques of information retrieval and natural language processing in order to build systems for automatic answering of questions made by humans in a natural language. Overall, its architecture includes a knowledge base where the information that serves as the basis for the search for answers (documents, pages etc.) is stored.

The first question-answer system that has been reported is the BASEBALL (Green et al., 1961), a program to answer questions about baseball tournaments played one season in the American League. This system was able to answer questions made in natural language, such as: "To whom did *Red Sox* lose on 05 July?" or "How many games *Yankees* played in July? ". The BASEBALL was able to examine the question using linguistic knowledge, in canonical form, and generated a query in a structured database about BASEBALL.

The first question-answer systems were composed essentially of a *front end* that performed the analysis, interpretation and mapping of the questions written in common terms (natural language) for more specific formats to be processed by the *back end*, usually composed of relational databases. The first forays into the database for question-answer systems were abandoned in the late 1980s for reasons that included technological limitations related to the trustworthiness of the natural language processing (Clark et al., 2010).

Moldovan *et al.* (1999) proposed a taxonomy for classifying the question-answer systems divided into 5 classes, considering 3 main features: (a) the knowledge level, (b) the level of reasoning, and (c) indexing and NLP techniques used. Later, the same author characterized these systems according to the complexity of the questions and the difficulty of extracting answers (Moldovan *et al.*, 2003). We realized that the research area of question-answer systems involves the intersection of many scientific fields including NLP, information retrieval, human-computer interaction, knowledge representation, reasoning for interpretation of questions and response analysis, algorithms for finding preferred answers, extracting from audio or video sources, among others (Maybury, 2004).

Regarding the architecture of the question-answer systems, Amorim (2012) states that these are directed to: (a) a series of questions; (b) processing a variety of sources (documents, web pages, databases etc.); (c) producing answers to users. According to her the generic architecture of question-answer systems is modular and integrated as shown in Figure 1.

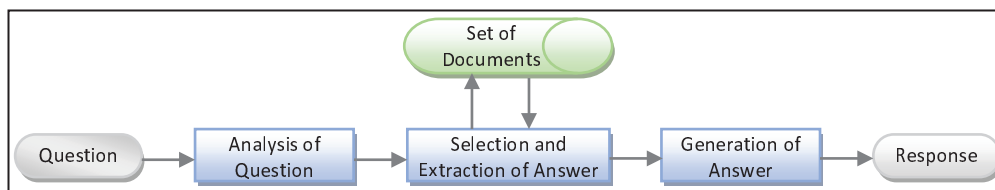


Figure 1: Basic architecture of a question-answer system. Source: Amorim (2012)

As shown in Figure 1, the process of a question-answer system in its classical form is: (a) Analysis of Question: The interpretation of the question asked. Building a satisfying answer to the question depends on the effectiveness of this process. Some strategies and tools are used to improve the recovery stage of the question-answer systems (Carpineto *et al.*, 2012.); (b) Selection and extraction of the answer: Retrieving the documents and extract a set of candidate answers. There are several standards used in this process such as retrieval based on relevance and retrieval based on pattern (Clark *et al.*, 2010.); and (c) Generation of answer: Process for handling text, or visual recourse, so as to make it presentable to the user, seeking to provide a better interaction with the user (Amorim, 2012).

Subsection 2.1 presents the *iMap*, the inference mechanism explored, highlighting its characteristics and limitations.

2.1 The iMap

The *iMap* (Inference from concept maps) is an intelligent tool to query the concept maps based on question-answer model. It is able to answer questions that teachers and/or specialists want to make to extract information present in a concept map, without requiring them to map all the relationships and concepts present in the map.

Since we consider each proposition in this forum as the enunciation of knowledge, the *iMap* has a knowledge base that is supplied with all the propositions presented in a concept map, where each unit of knowledge (proposition) is considered a fact. As can be seen in Figure 2, this is done by transforming the factual relationships present in the concept map into the knowledge base made in *Prolog*¹.

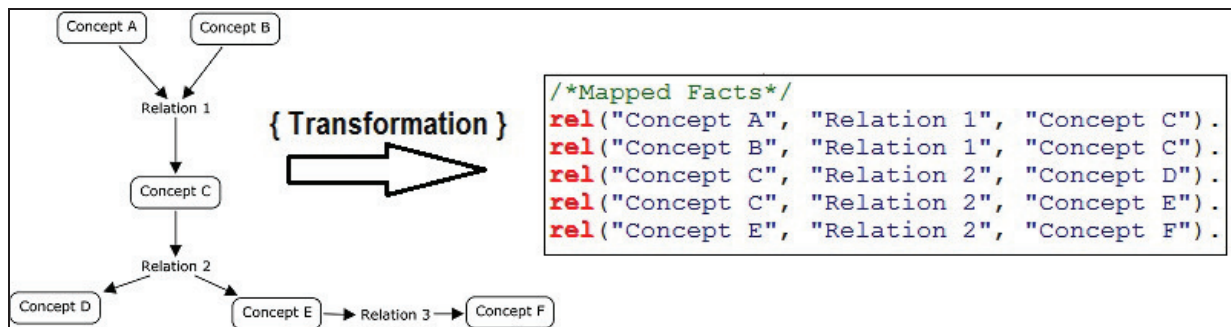


Figure 2: Transformation of propositions of a Concept Map on Facts for a Knowledge Base.

In addition to the mapped facts, the knowledge base of the *iMap* has a set of standardized rules that allow inferring answers to questions constructed by teachers and experts. Table 1 shows some examples of questions that can be made to inference engine (In Natural Language and mapped to the standard of *iMap*) and the type of response that will be presented.

Table 1: Example of questions that can be made in the *iMap*.

Question on Natural Language	Question mapped to the <i>iMap</i>	Response Type
Is there a direct relationship between concept X and concept Y?	directRelation("X", "Y").	T or F
Is there any relationship between concepts X and Y?	relation("X", "Y").	T or F
What concepts were represented in concept X?	allTarget(OUTPUT, "X").	List
Which concepts predate concept X?	allSource(OUTPUT, "X").	List
What relationships does concept X have?	whatRelations(OUTPUT, "X").	List
What relationships exist between concepts X and Y?	whatRelations(OUTPUT, "X", "Y").	List

We see great advantages in using this mechanism because it allows the teacher or expert to extract map information or even navigate their concepts without the need to step through it visually. This way they can monitor and evaluate the contents of the map without needing to spend time excessively to browse the concepts present in these maps.

The fundamental limitation that we explore in this work, however, lies precisely in the process of mapping of the questions made in natural language to the standard expected by the mechanism (see Table 1). Currently this process has no automation, which requires the teacher to write questions already in the format expected by the mechanism. We believe that this limitation reduces the field of applications of this mechanism to users who have some knowledge of Prolog or are previously trained to use it, and it presents a challenge for the new users who may be interested in using this application.

However, the translation process is not a simple task since it involves knowing, to quite some degree, in depth the two languages involved in the process. In computing environments it is even more complicated as computer scientists often are not gifted with languages and they need to perform this task producing computable solutions. Subsection 2.2 will better describe the Natural Language Processing and its challenges.

¹ *Prolog* is a programming language that fits the paradigm of Logic Programming and especially associated with artificial intelligence and computational linguistics.

2.2 The Natural Language Processing (NLP)

The Natural Language Processing (NLP) is the development of techniques and computational models for the performance of tasks that depend on information expressed in natural language (Covington, 1994; Russell, 1995). In order to occur, several of the current tasks depend functionally from the NLP, such as translation and interpretation of texts; search for information in documents; man-machine interface; etc.

According to Covington (1997), the research in NLP is directed essentially to three aspects of communication in natural language, namely: (a) sound (phonology): related to the recognition of sounds that make up words in a language; (b) structure: related to the recognition of primitive units that make up a word (morphology) and how words relate to the composition of a sentence (syntax); (c) meaning: related to the combination of a syntactic structure, the meaning of the words composing a sentence (semantic), and to the verification if this association is more appropriate in context (pragmatics).

Thus, we conclude that the NLP is an area of research that involves various disciplines of human knowledge. In this paper we propose an approach for parsing of certain types of questions, to specify a grammar and computational approach capable of processing a finite set of questions and to decide on the best translation of these questions for the universe of questions to which the *iMap* produces answers.

A grammar is a formal specification of the structure of sentences allowed by a language. The most common way to specify a grammar is to define a set of terminal symbols, the words that are permitted by the language, a set of non-terminal symbols, denoting the components of the sentences, and a set of production rules that expand the non-terminal symbols in a sequence of terminal and non-terminal symbols. Moreover, the grammar should be an initial non-terminal symbol (Rich, 1995). In computing, the technique most used for the notation of describing context-free grammars is the BNF (Backus-Naur Form). It uses a declarative syntax that allows the definition of terms of language via production rules. Each rule contains terms in which each is expanded until it reaches the terminal elements, which terms are described in literal characters.

In the context-free grammars, the left side of a rule is always a single non-terminal symbol, while the right side can contain terminal or non-terminal symbols. The context-free grammars can be used to recognize, and to check, whether a sentence belongs to the language defined by the grammar, or to generate, i.e., to construct a sentence that belongs to the language defined by the grammar.

Another NLP technique we adopted in our research is tagging. This technique is commonly used in computing to assist in the process of parsing of sentences. It involves inserting tags showing the syntactic function of each element of a sentence. There are currently several computational solutions that assist in this process, the most common being the Freeling (Atserias *et al.*, 2006) and the VISL (Bick, 2001). Because of the degree of maturity and studies that prove its practical results we use the VISL as a mechanism for tagging (Bick, 1996).

3 The NLP-*iMap*

We propose a change in the current architecture of the *iMap* inference mechanism to insert a new task to act as a translator of questions made in Natural Language into the format expected by the *Prolog* engine. Figure 3 (a) demonstrates how the questions are made in the current system architecture while Figure 3 (b) shows the insertion of the new process we are proposing and how it affects the flow of activities using this mechanism.

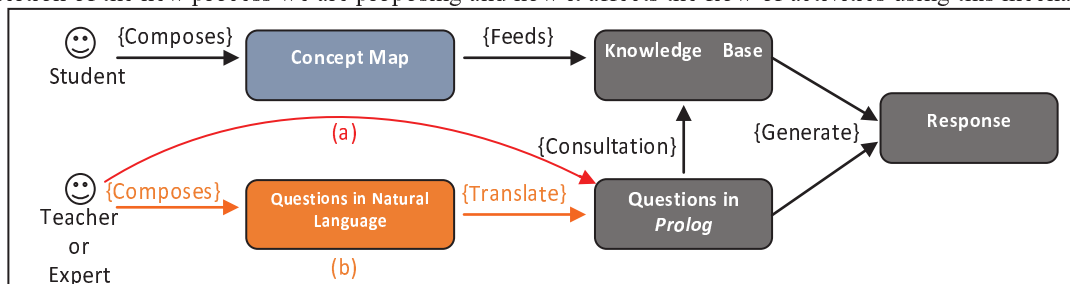


Figure 3: (a) Current (b) Proposed Conceptual Architecture for *iMap*.

3.1 Functional Architecture of NLP-iMap

The functional architecture proposal to the *NLP-iMap* consists of two main elements: (1) the *NLP Processor* and (2) the *Solver of Correspondence*; and has two functional assets: (1) the labeler *VISL* and (2) a correspondence table containing the intermediate grammar. This functional architecture is shown in Figure 4.

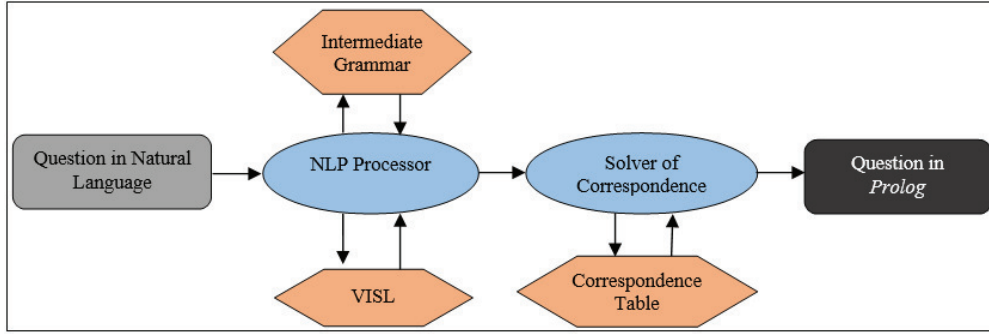


Figure 4: Functional Architecture of *NLP-iMap*.

Before defining the architecture for the *NLP-iMap*, we analyzed the components of its architecture. The first activity was to tabulate and correlate the query rules defined by *iMap* to a grammar, which we call intermediate grammar, adopted in order to reduce the semantic gap between the questions made in natural language and its corresponding translation to the standard used by *iMap*.

The semantic gap can be easily understood by people who work with translation. Often a phrase constructed in a given language has no exact correspondent in the target language. Most often, the translator builds a sentence that approximates the semantic matching of phrases in both languages. This reduces the semantic gap that distances these two languages.

As the same question can be expressed in several ways in natural language, we note that the semantic gap would be a common problem, given that the grammar of the target language is limited. This means that all questions to be constructed in natural language should be rewritten to find a match in *iMap*. Thus, when defining an intermediate grammar, the distance between the meanings of both grammars should be reduced. Table 2 shows some correspondence relations between questions in Prolog, in intermediate grammar and natural language.

Table 2: Example of questions that can be carried out to *iMap*.

Questions in <i>Prolog</i>	The corresponding intermediate grammar	Examples of possible matches in Natural Language
whatRelations(X, "Car")	What relation Car	In which relationships is the car? Which are the relationships where the car is present?
whatRelations(O, "Car", "Wheel")	What relation Car Wheel	Which are the relationships that connect the car and the wheel? The car and the wheel are joined by which relations?
whatRelations("have", X, Y)	What concept have	Which pairs of concepts are connected by a relation "have"? "Have" is the term which bonds the connecting pairs of concepts?
howManyRelations("Car")	How many relation Car	How many relationships does the concept car have? In how many relationships is the car present?

We observed that the intermediate grammar allows the for the retrieval, from the universe of possible questions, the key elements that lead to the selection of the trigger question in the inference engine. Moreover, it allows for the definition of a context-free grammar for the language that will facilitate the work of interpretation of NLP mechanism. The BNF grammar in intermediate format can be seen in Figure 5.

```

<question> ::= <query> <type> <key>
<question> ::= what | how many | is there any
<type> ::= direct relation | relation | concept
<key> ::= <concept> | <concept> <concept> | <relation> | <relation> <concept> | <relation> <concept>
<concept>
<concept> ::= <noun>
<relation> ::= <verb>
<noun> ::= car | wheel | tire | iron | rubber | ...
<verb> ::= have | contain | elect | do | organize | ...

```

Figure 5. BNF definition of the *intermediate grammar*.

Once the intermediate grammar is defined and a parameterized table with matches in the format expected by the inference engine is constructed, it remains to specify, how the NLP processor extracts the key elements of the question in natural language to construct the corresponding question translated into intermediate grammar and how the Solver of Correspondence operates in the selection of the corresponding question in *iMap*.

3.1.1 The NLP Processor

The NLP Processor is the main element of the translation process. It is responsible for the initial translation of a question built in Natural Language for the intermediate grammar. For this, the first step of the process consists of making a web request to the VISL system requesting the tagging of the text in the original question. Figure 6 shows an output generated by the tagging process performed by VISL. In this figure we see that even if the question is constructed differently, the key elements (underlined in Figure 6) are present in the sentence subjected to both (a) and (b). These key elements are crucial as they will be used to compose the corresponding question in the intermediate grammar.

What relations have the concept car?

Parser: EngGram, full syntactic parser Visualization: Default

What [what] <interr> DET P @>N #1->2
relations [relation] N P NOM @SUBJ> #2->3
have [have] <mv> V PR -3S @FS-QUE #3->0
the [the] ART S/P @>N #4->6
concept [concept] N S NOM @>N #5->6
car [car] N S NOM @<ACC #6->3
 ? [?] PU @PU #7->0

(a)

The car is present in what relations?

Parser: EngGram, full syntactic parser Visualization: Default

The [the] ART S/P @>N #1->2
car [car] N S NOM @SUBJ> #2->3
is [be] <mv> V PR 3S @FS-STA #3->0
present [present] ADJ POS @<SC #4->3
in [in] PRP @A< #5->4
what [what] <interr> DET P @>N #6->7
relations [relation] N P NOM @P< #7->5
 ? [?] PU @PU #8->0

(b)

Figure 6: Output generated by VISL to the NLP Processor.

With tags of VISL, the NLP Processor initiates the construction of question in intermediate grammar, respecting their BNF. For each component of the question (see Figure 6) there is a selection parameter that takes into account the tags and the positions of the words in the sentence. Table 3 presents some parameters established for selection of each of the key elements.

Table 3: Parameters for selection elements of the intermediate grammar.

Element	Selection Parameters
Query	Tag <interr>
Type	Tag N (noun)
	Close the delimiter of <i>query</i> (tag <interr>)
	Limited to “concept” and “relation”
Key (Concept)	Tag N
	Do not include the delimiter of <i>type</i>
Key (Relation)	Tag V (Verb)
	Do not include verbs followed by adjectives (ADJ) or determinant (DET) they indicate continuity of question and not a relationship-focused.

Based on these parameters, the NLP Processor performs the building of a question in intermediate language and forwards it to the *Solver of Correspondence*.

3.1.2 The Solver of Correspondence

Each question built in intermediate grammar needs to be mapped to a corresponding question in the format expected by the inference engine. For this, the Solver of Correspondence has a table of parameterized matching, similar to that shown in the first two columns of Table 2. The Solver of Correspondence analyzes the structure of the question in intermediate grammar and extracts the required parameters for the activation of the corresponding question in the target language.

This task is performed by means of a structural analysis of the question at which a procedure that aims to extract, from a set of questions in Prolog, those which have the desired return and the number of parameters occurring in the original question (built in natural language). For this we define the following filters that are applied to the set of questions in prolog to extract only those that pass all filters:

1. *Type of question*: with this filter, we have grouped the questions by a taxonomy that defines the type of response the user wants to get. The questions may return either: concepts, relationships, logical (true or false), or statistical information. The return type is identified and the questions that do not return the desired information are removed from the set of possibilities.
2. *Type and number of parameters*: with this filter, the number of parameters and their types (concepts or relationships) identified in the original question determine which questions are candidates. Questions that do not accept these parameters are removed from the set of possibilities.
3. *Keywords*: we are defining a set of keywords that make identifying the corresponding question more accurate. In other words, this set of keywords is checked in order to ascertain which of the candidate questions respond more precisely to what the user wants.

In some cases, the question process built in natural language may: (a) have no corresponding translation in the language of *iMap* or (b) has two or more possible translations for the language of the *iMap*. In the event of (a), the Solver of Correspondence is notified, via the interface, that it is not able to answer this type of question and it suggests to the user other ways to formulate a question. With the occurrence of (b), the solver match triggers the first result. As the response generated by the engine may not be as expected, the Solver of Correspondence indicates to the user that the system has identified another way to answer that question. Thus, the user may request, at any time, the execution of other possible solutions.

3.2 The NLP-*iMap* today

Currently, *PLN-iMap* has a working prototype developed in Java using advanced techniques for agile development through the development paradigm oriented models. Moreover, their intelligence base is built and processed in Prolog. Figure 7 shows the operation of the prototype *PLN-iMap*. It is possible to observe the response generated by the engine to a question asked at a conceptual map where the focal question was: "What is a car?".

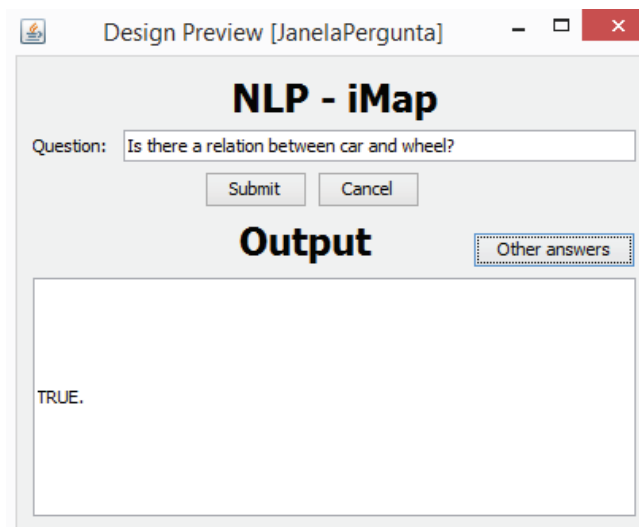


Figure 7: Prototype of *PLN-iMap*.

Current efforts, however, are being employed in order to produce a tool for final use. Thus, despite the conceptual architecture of the *PLN-iMap* and *iMap* itself will remain intact, functional architecture will suffer

some changes to suit the pattern of development known as SOA (Service Oriented Architecture). The idea is to incorporate all the features presented here to a platform construction, manipulation and management of concept maps known as *CMPaaS*² (Concept Map Platform as a Service), where users will have a set of solutions that will make the experience more complete when utilizing the mechanisms presented herein. In this new architecture, both *iMap* and the *PLN-iMap* are inserted as services provided by *CMPaaS* platform.

4 Final Considerations

This article aims to describe the progress of the inference mechanism in conceptual maps known as *iMap*. The goal is to become the most dynamic mechanism in processing questions built in Natural Language. Some proofs of concepts are constantly being implemented with the objective to enhance the NLP Processor and make the answers produced closer to what is expected.

As future work, we are creating a process called continuous improvement, where we are working with teachers and specialists who adopt concept maps in their work to identify a larger universe of issues that are to extract information of conceptual maps. These issues will help us to increase the base of the *iMap*, identify faults and improve the mechanisms of *NLP-iMap*. Furthermore, future versions of the tool will have embedded basic questions already available, i.e., when loading a map for investigation, the user will have, automatically, a set of answers. Moreover, he / she might suggest new questions to be incorporated into the tool. In addition, we plan to deploy an evaluation tool with which users will give feedbacks about the results of the translation processes. These feedbacks may be used in the construction of a ranking that helps to define the best possible translation for the type of question asked.

Also, we want to emphasize that all solutions explored here are being incorporated into the *CMPaaS* platform services that will extend the experience of using these tools. We look forward to be able to publicize this new platform and the results obtained from the use, in real contexts, of the mechanisms presented here.

References

- Amorim, M.T., Cury, D., Menezes, C. S. Um Sistema Inteligente Baseado Em Ontologia Para Apoio Ao Esclarecimento De Dúvida. UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - ES, Brasil, 2012.
- Atserias, J. J.; Casas, B., Comelles, E., González, M., Padró, L., Padró, M. (2006). FreeLing 1.3: Syntactic and semantic services in an open-source NLP library. In: Proceedings of the fifth international conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2006), ELRA. Genoa, Italy.
- Bick, E. (1996), Automatic Parsing of Portuguese. In García, Laura Sánchez (ed.), Anais / II Encontro para o Processamento Computacional de Português Escrito e Falado. Curitiba: CEFET-PR.
- Bick, E. (2001-1), The VISL System: Research and applicative aspects of IT-based learning. In: Proceedings of NoDaLiDa 2001 (Uppsala), forthcoming or internet-published.
- Carpineto, C., Romano, G. A survey of automatic query expansion in information retrieval, Journal ACM Computing Surveys, Volume 44, Issue 1, New York, USA, 2012.
- Clark, A., Fox, C., Lappin S. The: Handbook of computational linguistics and natural language processing, , pp. 630-654. Wiley-Blackwell, 2010.
- Covington, M. NLP for Prolog Programmers, Prentice-Hall, 1994.
- Covington, M., Nute, D. and Vellino, A. Prolog Programming in Depth, Prentice-Hall, 1997.
- Green, B. F., Wolf, A. K., Chomsky, C., Laughery, K. BASEBALL: An automatic question answerer. In Proceedings Western Joint Computer Conference 19, pag. 219-224, New York, USA, 1961.
- Maybury, M. T. New directions in question answering, MIT Press, Stanford, USA, 2004.
- Moldovan, D., Harabagiu, S.; Pasca, M., Mihalcea, R., Goodrum, R., Gîrju, R., Rus, V. LASSO: A Tool for Surfing the answer Net, In Proceeding of the Eighth Text Retrieval Conference (TREC-8), 1999.

² The *CMPaaS* is a service platform for construction, management and manipulation of concept maps are under development. Several solutions that facilitate the use of concept maps are being developed and incorporated into this platform in order to compose a complete set of tools to use in the Portal which is also being designed and developed by the same authors.

- Novak, J. D., Cañas, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct and use them, 1998.
Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>>.
- Perin, W. A., Cury, D., Menezes, C. S. (2012). Construindo Mapas Conceituais Utilizando a abordagem iMap. In: XVII versión Congreso Internacional de Informática Educativa 2012. Santiago, Chile. Anais do TISE'2012.
- Ribeiro Filho, E. L.; Tavares, O. L.; Menezes, C. S.; Cury, D. Um Estudo sobre o Incremento da Coesão e Coerência em Mapas Conceituais. Anais do 22º. SBIE. Porto Alegre/RS: SBIE, 2011. p. 1-10.
- Rich, E., Knight, K. Inteligência Artificial, 2a ed., Makron Books, 1995.
- Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence - a modern approach, Prentice- Hall, 1995.
- Schank, R., Birnbaum, L. (1996) "Aumentando a inteligência". In A natureza da inteligência, Edited by Jean Khalfa. São Paulo: Ed. UNESP, p.77-109.

O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS CIENTÍFICOS DO TEMA “PROPRIEDADES DA MATÉRIA”: UM ESTUDO COM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira, Centro Universitário Metropolitano de São Paulo, Brasil
Conceição Aparecida Soares Mendonça, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: felipa.silveira@gmail.com

Resumo: Este artigo apresenta resultados parciais de uma investigação que procurou compreender a influência do Mapa Conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos científicos do tema “Propriedades da Matéria”. O foco da investigação foram alunos da 8ª série (9º ano) de uma Escola Pública, situada em Guarulhos – SP. A metodologia utilizada fundamentou na abordagem qualitativa e quantitativa. Na abordagem quantitativa, delineamos uma investigação quase experimental, cujos resultados são apresentados em estudo descritivo e analítico. Na abordagem qualitativa, os Mapas Conceituais produzidos durante a intervenção, passaram por interpretação interativa, a partir da estruturação e significados compartilhados durante sua apresentação. Os resultados evidenciaram, por meio da evolução das notas, que o Mapa Conceitual influenciou a aprendizagem da turma experimental. A diferença, também, foi manifestada em algumas habilidades oferecidas pelos indicadores de aprendizagem e nos significados atribuídos ao tema e compartilhados pelos Mapas Conceituais produzidos.

Palavras chaves: Ensino de Química. Aprendizagem Significativa. Mapas Conceituais. Ensino Fundamental. Recurso Didático.

1 Introdução

O estudo investigativo, por hora apresentado, além de promover intervenção a favor da aprendizagem significativa de conceitos científicos, responsáveis pela compreensão do tema propriedades da matéria, na série em que foi elaborado, procurou, também analisar e responder questão pertinente ao uso do MC em sala de aula do ensino fundamental, assim descrita: *O uso do MC como recurso didático facilita a aprendizagem significativa de conceitos científicos no contexto da sala de aula no Ensino Fundamental?* Para responder a questão, adotamos a interdependência entre o processo de aprender e ensinar, bem como, investigar em sala de aula. Por tal razão, delineando uma investigação que buscou suporte metodológico nas abordagens quantitativa e qualitativa. O ensinar e o aprender foram garantidos com a construção de uma organização didática ordenada, a fim de compartilhar e negociar conceitos básicos e relevantes para a matéria de ensino, que permitiu aos alunos avançar além dos seus conhecimentos prévios, garantindo os dados da investigação sobre os efeitos do MC no processo de aprendizagem do conhecimento químico (Silveira, 2014). Neste artigo, apresentamos um recorte da análise quantitativa e um recorte da análise qualitativa com enfoque em alguns Mapas Conceituais (MCs) produzidos.

2 Fundamentação teórica

A investigação fundamentou na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e em aportes de Novak e Gowin (1999) e, Moreira (2010). Na concepção ausubeliana, aprender significativamente implica em criarmos condições para que o aluno possa significar os conceitos básicos da matéria de ensino. Isso resulta em assimilação de conhecimento, inicialmente em sua base representativa e à medida que as provas de seus atributos essenciais são apresentadas, por definição ou pelo contexto, podem ser incorporadas à estrutura cognitiva do aluno, ainda nas séries finais do ensino fundamental. Em função disso, no início do ensino médio, o aluno se abstrai dessas provas e relaciona os atributos essenciais dos conceitos diretamente a sua estrutura cognitiva. Para tanto, toda intervenção deve ser capaz de promover inferências, abstrações, discriminação, descobrimento, representação, abrangidos em contínuos encontros do aluno com instâncias de objetos, eventos e conceitos mediados pelo professor (Ausubel, 2002; Novak, 2000; Moreira, 2010). Caso isso não ocorra, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980) resulta na ausência de conhecimentos prévios relevantes sobre os conceitos científicos, capazes de interagir e modificar-se ao longo do processo de ensino e aprendizagem, acarretando em fragilidades conceituais. O conhecimento prévio, sobre o conteúdo de ensino, necessita ser explicitado pelo aluno, assim, torna-se a linha de força na condução da aprendizagem significativa. Portanto, promover o avanço de conceitos científicos implica em revelação contínua do que o aluno já sabe para que se possa desenvolver um ensino promotor de aprendizagem significativa. De acordo com Novak e Gowin (1999) o MC é um instrumento

didático capaz de evidenciar a aprendizagem conceitual e proposicional em relação à matéria de ensino na perspectiva ausubeliana.

3 Metodologia

Fundamentados na abordagem quantitativa, delineamos uma investigação quase experimental, (Moreira & Rosa, 2007). Elegemos dois grupos de estudo, o grupo experimental, turma B (8ª série B) e o grupo controle, turma A (8ª série A). Na fase inicial, os dados foram obtidos por meio uma avaliação diagnóstica (AD) (Meneses Villagrà, 2001). A avaliação AD constituiu-se de 20 questões, organizadas em 4 blocos de indicadores (quadro 1). Devido à natureza da investigação e de seu delineamento, atendemos as recomendações quanto à fidedignidade e validade do conteúdo das questões (Carvalho, 2006; Moreira, 2011). Após sua validação, aplicamos o instrumento na turma B, e corrigimos todas as questões. As notas atribuídas a cada construto considerado nas respostas a questão, seguiu a escala de 0,0; 0,25; 0,5 com base nos erros e acertos das respostas, de acordo com o conteúdo de ensino.

Com o objetivo de verificar a fidedignidade do instrumento (AD), calculamos o coeficiente alfa de Cronbach (Moreira & Veit, 2007). Um coeficiente alfa varia de 0 a 1 sendo, que quanto maior for o valor, maior a consistência interna do instrumento. O coeficiente alfa geral, calculado a partir das respostas da turma B, foi de 0,868. Calculamos também o alfa por item avaliado, que resultou em coeficientes maiores a 0,84. Por tal razão, o instrumento, além de possuir validade, é também fidedigno, isto é, ao ser aplicado em outras turmas das 8ª séries, pode oferecer os mesmos dados e conduzir aos mesmos resultados (Carvalho, 2006; Moreira, 2011). Baseados nos resultados, aplicamos o mesmo instrumento (AD), também, na turma A, sendo as respostas corrigidas no mesmo parâmetro de correção para a turma B.

A avaliação AD buscou levantar os conhecimentos prévios dos alunos, em relação a propriedades dos materiais, conteúdo considerado de conhecimento dos alunos desde as séries iniciais, constituindo em base para a compreensão dos fatores que influenciam a transformação dos materiais, permitido o seu uso no processo de produção. Assim como, identificar obstáculos que, possivelmente, atuam como inibidores da formação de subsunções mais elaborados sobre o tema, no sentido de promover uma intervenção didática potencial, para o aprendizado em sala de aula.

A partir da análise dos dados, planejamos a intervenção subsidiada por uma estratégia didática (ED), subdividida em 8 Unidades de Ensino (UEs). As UEs correspondem a diferentes situações de aprendizagem para o tema, organizada em atividades que priorizam o desenvolvimento de capacidades cognitivas, tais como: leitura, interpretação de textos e figuras; resolução de problemas experimentais; proposição e discussão de hipóteses; observação de fenômenos; pesquisa em diferentes fontes. A participação dos alunos em cada uma das atividades resultou em diferentes produções. Para a turma A (controle) foi destinado à elaboração de questões interpretativas para os textos, descrições de observações realizadas, propostas para resolução de problemas e hipóteses elaboradas. O resultado das produções da turma B (experimental) foi destinado à elaboração e apresentação de MCs para cada tema trabalhado nas UEs. Na fase final da intervenção ocorreu a avaliação de aprendizado (AP), utilizando-se do mesmo instrumento. Na comparação do desempenho, nas avaliações AD e AP, utilizamos o Teste t pareado, para verificar se as médias das avaliações, com um determinado grau de segurança, são diferentes estatisticamente. Definimos como hipótese nula (H_0), de que o *“uso do Mapa Conceitual não faz efeito na aprendizagem”*. A hipótese H_0 foi testada nas duas turmas. Os resultados foram dispostos em tabelas e gráficos em estudo descritivo e analítico.

Com base na abordagem qualitativa, os MCs produzidos pelo grupo experimental, durante o processo de intervenção, passaram por análise de sua estrutura (Novak & Gowin, 1999). As análises dos conteúdos dos mapas, não se apoiam em modelos e não passa por processos classificatórios, seguem os critérios qualitativos de interpretação interativa, defendida por Laville e Dionne (1999), devido a sua característica idiossincrática e ao contexto em que foi produzido (Moreira, 2010). A análise da evolução conceitual adota como referência os critérios estabelecidos por Novak e Gowin (1999); Gowin e Alvarez (2005) quando discutem a natureza e aplicações dos MCs, visando à aprendizagem significativa. A interpretação conduziu a uma inferência ou conclusão autorizada pelos indicadores de aprendizagem.

Quadro 1: Categorias de análise das respostas às questões da avaliação (AD e AP).

Questões	Referências	Indicador de Aprendizagem	Categorias
1. Explique como <u>podem ser utilizados</u> os materiais e que <u>características</u> permitem que esses materiais sejam usados para a finalidade que você indicou: a) vidro, b) ferro, c) madeira, d) álcool e) papel, f) tecido g) borracha, h) isopor, i) plástico.	Caracterização e utilização dos materiais: propriedades específicas	1) Associação entre o material e seu uso de acordo com suas propriedades.	-Utilizou conceitos científicos e fez uso da terminologia de acordo com a matéria de ensino -Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia de acordo com a matéria de ensino - Não respondeu de acordo com os conceitos da matéria de ensino
2. Dos materiais relacionados acima: a) quais são flexíveis e quais não são flexíveis? b) quais são mais resistentes quando submetidos a um impacto? c) qual é o de maior dureza? d) qual é o mais maleável? e) qual tem mais brilho? f) qual apresenta cor?	Propriedades dos materiais	2) Diferenciação das propriedades dos materiais	
3. Em sua opinião, o que faz com que um material seja: a) flexível: b) resistente a um impacto e ao desgaste: c) maleável: d) tenha brilho e cor.	Interações dos materiais com força mecânica e luz	3) Reconhecimento das propriedades dos materiais	
4.a) Imaginem que as partículas que constituem os materiais sejam esferas minúsculas, invisíveis mesmo com os mais potentes microscópios. Descreva de que forma você iria explicar para seus colegas sobre essas partículas.	Modelos explicativos	4) Proposição de explicações baseadas em modelos interpretativos.	

4 Resultados e discussão

4.1 Estudo descritivo

No estudo descritivo demonstramos a evidência da evolução na aprendizagem da turma controle e da turma experimental por meio das notas das provas da AD, antes da intervenção e AP, após intervenção, organizadas graficamente a partir dos resultados numéricos (figura 1). Identificamos 5 categorias de evolução, assim distribuídas: a de *maior amplitude*, posicionam os alunos que melhor evoluíram; *amplitude regular*, alunos que evoluíram parcialmente; *menor amplitude*, alunos que evoluíram abaixo do nível parcial; *retrocederam*, alunos que obtiveram notas na AP em nível inferior a AD; *mesmo patamar*, alunos cujas notas da AP permaneceram no mesmo nível da AD.

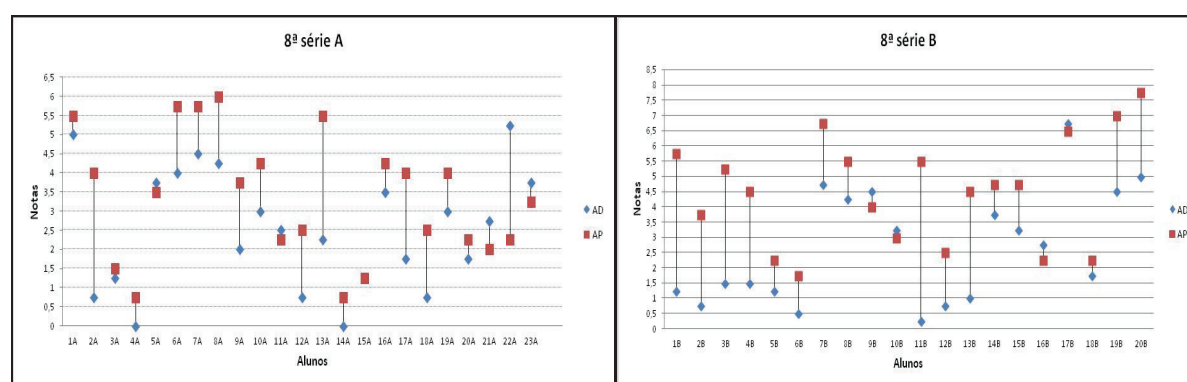


Figura 1: Evidências de evolução a partir das notas dos alunos da turma A e turma B, obtidas na AD e na AP.

Assim, dos 23 alunos da turma A (controle), dois deles, 3A e 15A permaneceram no mesmo nível de conhecimento prévio, ou seja, não foram capazes de deixar evidente na AP, as modificações conceituais inerentes à compreensão do conteúdo de ensino após intervenção. Isso pode representar ausência de potencialidade dos instrumentos de ensino ou ausência de prevalência de conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de novos conhecimentos (Ausubel, 2002; Moreira, 2010) ou, outras variáveis não consideradas. Cinco alunos, 5A, 11A, 21A, 22A e 23A, retrocederam em suas notas, isto é, as notas da avaliação de aprendizagem foram abaixo do que a nota obtida na avaliação diagnóstica sugerindo,

segundo Ausubel (2002), que os conhecimentos prévios, anteriormente apresentados foram desestruturados, tornando-se incapazes de reestruturar e evoluir em novas condições de conflitos cognitivos proporcionados pelo contato do aluno com os novos conhecimentos do conteúdo ensinado. Oito alunos, 1A, 4A, 7A, 10A, 14A, 16A, 19A e 20A, evoluíram abaixo do nível determinado como o regular, em proporção semelhante entre eles, independente do nível de conhecimento prévio. Obviamente, os que possuíam subsunçores para o conteúdo de ensino tiveram as notas mais altas como o 1A, 7A, 10A e 19A. Aqueles que manifestaram não possuir subsunçores, para o conteúdo de ensino, como os alunos 4A e 14 A, mesmo tendo um avanço maior que o aluno 20A, as notas são inferiores. Seis alunos, 6A, 8A, 9A, 12 A, 17A e 18 A, se enquadraram na categoria de amplitude regular, ou seja, evoluíram parcialmente em torno de 4,0 pontos, também independente dos subsunçores disponíveis para interação. O aluno 1A, obteve nota superior a 5,0 pontos, mesmo apresentando um avanço de menor amplitude. A mesma observação vale para a relação entre as notas dos alunos 7A, de menor amplitude, os alunos 6A e 8A, que obtiveram notas superiores a 5,5 pontos e se posicionam na categoria de amplitude regular. Na categoria de maior amplitude, destacam-se os alunos 2A e 13A, que evoluíram em torno de 6,0 pontos. Apesar de apresentar um avanço maior, o aluno 2A não obteve uma nota capaz de evidenciar o seu aprendizado, permanecendo em situação equivalente aos alunos 9A e 17A, que se encontram na categoria de amplitude regular, e inferior ao aluno 1A de menor amplitude. O mesmo ocorreu com o aluno 13A, em relação aos alunos 6A, 7A e 8A. Estes dados pode significar que, apenas quantificar os resultados de uma avaliação leva a julgamentos inadequados quanto à aprendizagem (Novak & Gowin, 1999; Costa, 2010; Moreira, 2011). Por outro lado, há sempre um diferencial para aqueles alunos que apresentaram um nível de conhecimento prévio superior para o conteúdo de ensino, demonstrado a partir das notas da AD, por exemplo, 1A, 6A, 7A e 8A, que obtiveram as melhores notas, apesar de avanços menores ou regulares.

Já ao dispor graficamente (figura 1) as notas dos 20 alunos da turma B (experimental), observamos um aumento expressivo (8) no número de alunos que se enquadraram na categoria de maior amplitude, em relação à turma controle (2). Em consequência disso, houve redução no número de amplitude regular e de menor amplitude. Outro diferencial está na redução mínima no número de alunos (4) que retrocederam, isto é, tiveram as notas AP inferiores a AD, além da inexistência de alunos que permaneceram no mesmo patamar. Levando em consideração a intervenção praticada, isso significa uma resposta positiva, da maioria dos alunos, ao instrumento de ensino utilizado em sala de aula. Em nível de conhecimento prévio, para o conteúdo de ensino, as duas turmas encontravam-se em condições diversas, conforme análise dos conceitos utilizados nas respostas às questões durante a AD. Assim, 12 alunos da turma experimental partiram de uma pontuação abaixo de 2,0 e 6 deles tiveram avanços significativos, por exemplo, os dos alunos 1B e 11B, que alcançaram notas superiores a 5,0 pontos. A representação gráfica das notas deixa claro que a turma experimental respondeu melhor aos estímulos promovidos pela avaliação AP, ou seja, situou o aluno face ao conjunto de indicadores utilizados na avaliação, sugerindo que a turma B foi melhor que a turma A quanto a esse aspecto. Esse fato representa respostas positivas quanto à comprovação da hipótese inicial para este grupo, tendo em conta, que a turma B aprendeu e utilizou MC.

Embora o resultado, de forma geral, tenha atendido a nossa expectativa, no conjunto desta análise, não podemos deixar de mencionar que o resultado mais inesperado, no contexto da aprendizagem em sala de aula, são os que se situam na categoria relacionada aos retrocessos. Tal categoria acolheu um número de alunos, também inesperado, 4 na turma B e 5 na turma A. O fato remete a uma argumentação plausível, a partir do referencial teórico, capaz de sustentar este processo retroativo do conhecimento prévio evidenciado na AP. Primeiramente, a ausência de significação potencial das UEs, impedindo o aluno de perceber a relacionabilidade e a discriminabilidade entre os conhecimentos prévios adequados e os novos que lhe estão sendo apresentados nas aulas e nos materiais educativos (Moreira, 2010). O segundo argumento, apoia-se na ausência de variáveis motivacionais, capaz de energizar e acelerar o processo de aprendizagem “por aumentar o esforço, a atenção e a prontidão imediata para aprendizagem” (Ausubel et al., 1980, p. 338). Neste caso, os autores alegam que durante o processo de intervenção, as variáveis motivacionais e de atitudes podem energizar todos ou determinados aspectos inerentes à aprendizagem. Em razão disso, os fatores motivacionais podem operar como estimuladores ou inibidores do processo de aprendizagem. Tanto este argumento como o primeiro, pode até mesmo desestabilizar o conhecimento adquirido anteriormente e impedir as tomadas de decisões a favor de novas aprendizagens (Jiménez Alexandre et al., 2009). Nessa perspectiva, argumentamos que as UEs pode não ter sido plenamente eficaz, para romper com os desafios impostos pelos fatores apresentados, a fim de promover o avanço almejado.

4.2 Estudo analítico

Analisando os resultados sob a perspectiva dos indicadores estatísticos, verificamos que a média da turma experimental (8ªB) apresentou uma melhora entre a avaliação inicial (AD) e a final (AP) de 3,37 (*desvio padrão*

=1,9) para 4,51 (*desvio padrão* = 1,8) e *valor de t* = -1,85. Esta melhora significativa é indicativa de que no conjunto os alunos obtiveram evolução no conhecimento. Por outro lado, a turma controle (8ª A), também apresentou um indicativo de evolução, com a média passando de 2,52 (*desvio padrão* = 1,6) da avaliação inicial para 2,66 (*desvio padrão* = 1,6) na avaliação final (*valor de t* = - 0,85). Evidentemente, a evolução da turma controle não foi significativa embora positiva. Na comparação entre as turmas, aponta-se o *p-valor* de 0,04 (*grau de liberdade* = 36,92), indicando que a turma experimental teve melhor aproveitamento. A interpretação, a partir desses dados, é que a turma B de fato "aprendeu" mais que a turma A.

Quando analisamos os valores amostrais por questão avaliada e agrupamos estes valores a suas respectivas categorias de indicadores de aprendizagem, identificamos os de maior e menor amplitude, para cada turma considerada, e a questão de maior abrangência, isto é, aquela que define a habilidade desejada (tabela 1). A análise aponta que *p-valor*, comparativo da turma experimental com a turma controle, foi significativo apenas para as questões 2f e 3b. A questão 2f refere-se à propriedade dos materiais, estando inserida no indicador de aprendizagem "diferenciação das propriedades dos materiais". Já a questão 3b, indica a compreensão da interação dos materiais com a força mecânica, estando inserida no indicador de aprendizagem "reconhecimento das propriedades dos materiais". Contudo, observamos que a turma experimental não evoluiu significativamente na questão 2f. O que fez o resultado ser significativo, nessa questão, é que a turma controle apresentou uma queda entre o valor AD e AP de 0,23 para 0,10. Desta forma, podemos considerar que a diferença entre as medidas das provas das duas turmas influenciaram negativamente para o *p-valor significativo*. Diversamente, na questão 3b a turma experimental apresentou um aumento significativo entre AD e AP (tabela 1).

Embora o *p-valor* por questão não tenha sido significativo na comparação entre as turmas, observamos que a turma experimental apresentou $p < 0,05$ na comparação entre AD e AP nas questões 1a, 1b, 1c, 1e, 1f, 1g, 1i, referentes ao indicador "associação entre o material e o seu uso de acordo com suas propriedades", cujas questões são consideradas de nível básico; 3b e 3d, referentes ao indicador "reconhecimento das propriedades dos materiais", consideradas de nível médio. Tanto o indicador "diferenciação das propriedades dos materiais" quanto "proposições de explicações baseadas em modelos interpretativos" as turmas não apresentaram evolução significativa sendo que o primeiro é de nível básico e o segundo de nível médio. A turma controle apresentou $p < 0,05$ apenas nas questões 1c, 1g e 2f, todas de nível básico. Lembrando que na questão 2f a turma controle reduziu a nota de 0,23 para 0,10 (tabela 1).

Tabela 1: Valores das médias, valor t e valor 'p' por indicadores de aprendizado.

Indicadores de aprendizado/habilidades	Questões	8ª A (controle)			8ª B (experimental)			Grau de liberdade	p
		Média AD	Média AP	p	Média AD	Média AP	p		
Associação entre o material e seu uso de acordo com suas propriedades.	1a	0,20	0,29	0,156	0,15	0,34	0,008	39,70	0,29
	1b	0,17	0,28	0,098	0,19	0,35	0,027	38,87	0,52
	1c	0,10	0,21	0,047	0,23	0,36	0,031	40,18	0,69
	1d	0,11	0,15	0,349	0,18	0,21	0,451	40,59	0,92
	1e	0,12	0,23	0,099	0,16	0,36	0,002	40,05	0,19
	1f	0,17	0,23	0,397	0,18	0,33	0,028	37,85	0,21
	1g	0,20	0,35	0,026	0,23	0,38	0,030	39,45	0,98
	1h	0,14	0,14	--	0,15	0,21	0,357	40,80	0,43
	1i	0,18	0,23	0,519	0,11	0,33	0,002	39,80	0,08
Diferenciação das propriedades dos materiais.	2a	0,04	0,02	0,522	0,04	0,00	0,082	34,99	0,70
	2b	0,26	0,28	0,773	0,23	0,30	0,355	39,46	0,63
	2c	0,28	0,30	0,770	0,30	0,30	--	33,59	0,78
	2d	0,00	0,02	0,328	0,00	0,03	0,329	39,23	0,92
	2e	0,02	0,04	0,561	0,00	0,00	--	22,00	0,58
	2f	0,23	0,10	0,002	0,19	0,21	0,502	37,17	0,01
Reconhecimento das propriedades dos materiais.	3a	0,08	0,16	0,088	0,23	0,28	0,517	33,10	0,67
	3b	0,15	0,12	0,506	0,09	0,26	0,013	39,37	0,00
	3c	0,02	0,03	0,644	0,00	0,04	0,186	34,89	0,43
	3d	0,02	0,08	0,066	0,01	0,13	0,039	25,50	0,32
Proposição de explicações baseadas em modelos interpretativos.	4	0,03	0,10	0,127	0,03	0,11	0,067	39,09	0,69

Quando se trata de avaliar a evolução de aprendizagem, por meio de dados numéricos, dificilmente, conseguimos fazer inferências reais sobre todas as capacidades emergidas do mecanismo cognitivo acionado pelo aluno para dar conta da resposta correta. Esta dificuldade ocorre mesmo quando o instrumento utilizado para obtenção dos dados (avaliação) tenha passando por teste de validade e fidedignidade (Moreira, 2011). A avaliação sistemática e rigorosa, nos moldes proposto por Ausubel et al. (1980), capaz de favorecer atendimentos mais eficientes de controle da qualidade, encontra-se dificuldades de ser colocadas em prática no

contexto atual do aluno e do conteúdo da disciplina. Portanto, as notas atribuídas às questões (dados), tanto na AD como na AP, permitiram, apenas considerar sobre o alcance numérico dos diferentes níveis de conhecimento, aparentemente subtraído de cada uma delas, em estudo descritivo e analítico dos dados quantitativos. Sendo assim, consideramos que a análise quantitativa deve ser sempre complementada por outra qualitativa.

4.3 Interpretação dos mapas conceituais: análise e discussão

Para exemplificar, apresentamos MCs produzidos pelos alunos 1B que se encontra na categoria de evolução de maior amplitude nas notas e MCs do aluno 9B, situado na categoria retrocedeu nas notas. Os MCs foram interpretados com base na análise interativa (Laville & Dione, 1999; Costa, 2010) com ênfase na dinâmica de elaboração e apresentação dos mesmos durante a intervenção.

4.3.1 Interpretação 1

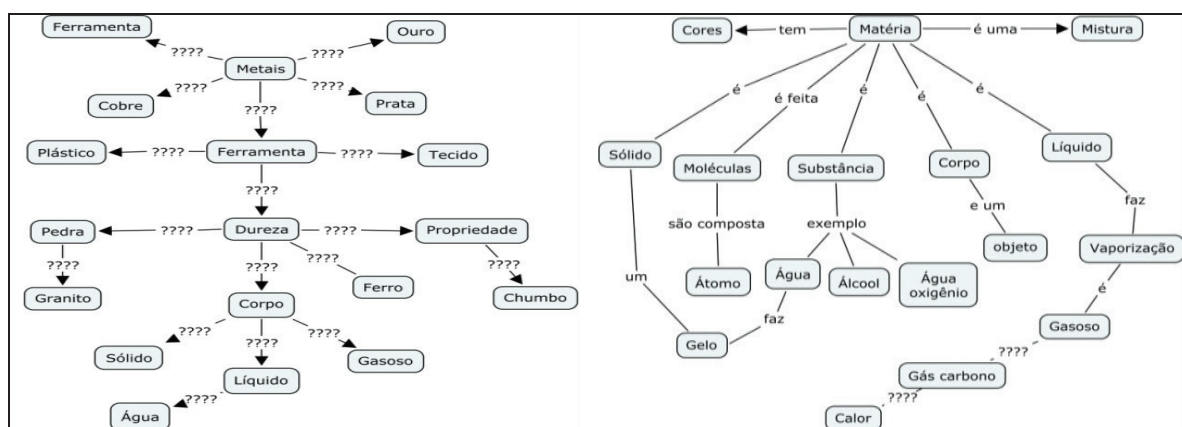


Figura 2: MC 1 e 2 elaborado pelo aluno 1B.

Estruturalmente o MC1 do aluno 1B (figura 2) apresenta uma hierarquia, que dispõe de conceitos do conteúdo da matéria de ensino. Os conceitos estão vinculados por setas de ligações unidimensionais. O conceito mais inclusivo *metais* é colocado no topo e a partir dele surgem algumas ligações não nomeadas, em direção a conceitos menos inclusivos, que formam relações de significados, por exemplo: de *metais* para *ouro*, *cobre* e *prata* e *ferramenta*; de *corpo* para *sólido*, *líquido* e *gasoso*. Conceitos subordinados são vinculados a alguns conceitos mais específicos, por exemplo: *ferramenta* com *dureza* e *dureza* com *pedra*, *ferro*, *propriedades* e *corpo*. Não apresenta ramificações cruzadas, mas possui uma tênue perceptibilidade semântica. Dispõe do conceito *água* para exemplificar um *corpo líquido*. Apesar de não evidenciar diretamente as relações conceituais, devidos ausências de palavras de ligação, demonstra habilidade para a organização espacial, na seleção de conceitos e no reconhecimento dos sentidos, que pode possuir um conceito ao ser vinculado a outro, por exemplo: *corpo* vinculado a *sólido*, *líquido* e *gasoso*. A negociação dos significados, atribuídos ao MC1, foi conduzida no sentido de responder a questão “qual a importância dos materiais para a nossa vida?”. Nessa perspectiva, o aluno 1B explicou o seu MC e explicitou a sua compreensão ao relatar:

(...) eu escolhi o metal como o material mais importante para fazer coisas para a nossa vida... com ele fazemos várias coisas, a gente chama de ferramentas... quase todas as ferramentas... são de metais... os metais que eu coloquei aqui no mapa é o ouro, a prata e o cobre... há! o ferro e chumbo, também... o metal que mais se usa, porque é um que tem mais dureza, é o ferro... aí eu fiz essa ligação aqui... o metal que faz ferramentas é o ferro porque é o que tem mais dureza... é isso que eu queria dizer... dureza é uma propriedade dos metais... o chumbo é metal e tem essa propriedade... para fazer ferramentas usa só uma parte dos metais... um corpo é uma parte da matéria... todos os metais são matérias e um corpo ou é líquido, igual a água, ou sólido, igual o ferro, o ouro, prata e chumbo...há! o cobre também...a gente faz fio com o cobre, pelo fio passa energia (...). (aluno1B)

Já no MC2 (figura 2) evidenciamos um esforço do aluno 1B, no sentido de superar as fragilidades estruturais apresentadas no MC1. O MC2 exibe uma hierarquia ao dispor de diferentes níveis espaciais. Ele vai do conceito mais inclusivo *matéria* até os conceitos subordinados: *sólidos*; *moléculas*; *sustância*; *corpo* e *líquido*, culminando em conceitos mais específicos como: *átomo*; *objeto*; *vaporização* e em alguns exemplos: *gelo*; *água*; *álcool*; *água oxigenada*; *gasoso*; *gás carbônico* e *calor*. Expõe uma relação explícita de significados entre dois conceitos, embora as palavras de ligação sejam simples. As linhas indicam relações bidirecionais válidas, como por exemplo, entre *matéria* e *moléculas*, perfazendo uma proposição coerente com o conhecimento científico, de *matéria é feita de moléculas* e *as moléculas são compostas por átomos*. Evidencia evolução na habilidade de estruturar o mapa, na integralização e reconciliação de conceitos e na maneira de conduzir a negociação de significados gerados pela questão “o que você aprendeu sobre as propriedades da

matéria?”. O MC2 ofereceu indicadores de aprendizagem, capaz de corroborar com situação de maior amplitude na evolução conceitual, após intervenção.

(...) aqui encima eu coloquei matéria... porque as propriedades dela que a gente tem que saber (...), então... a matéria é de diferentes espécies e ela pode ser formada de substâncias... aí eu coloquei aqui matéria é substância e dei uns exemplos de substâncias que são as simples e as compostas, os exemplos são de compostas (...) água, tem duas substâncias, oxigênio e hidrogênio... o álcool tem três, oxigênio, hidrogênio, carbono... a água oxigenada tem as mesmas substâncias da água, só que o oxigênio é mais (...), o gás oxigênio que a gente respira é uma substância simples... (...) uma porção limitada da matéria chama corpo... aí eu coloquei, matéria é corpo... a menor parte da matéria é o átomo que são compostos por moléculas... aí eu coloquei, matéria é feita de moléculas... então as substâncias são feitas de moléculas... A matéria está na natureza em três estados sólidos, líquidos, e gasosos... aí eu coloquei... matéria é sólida... exemplo o gelo... faz de água... o gelo é a solidificação da água... a matéria é líquida... os líquidos evaporam... aí eu coloquei... faz vaporização e transforma em uma substância gasosa... fiquei em dúvida se o gás carbônico é líquido... nunca vi gás carbônico líquido... sei que os líquidos evaporam pela ação do calor... coloquei calor aqui embaixo... (...) (Aluno 1B).

4.3.2 Interpretação 2

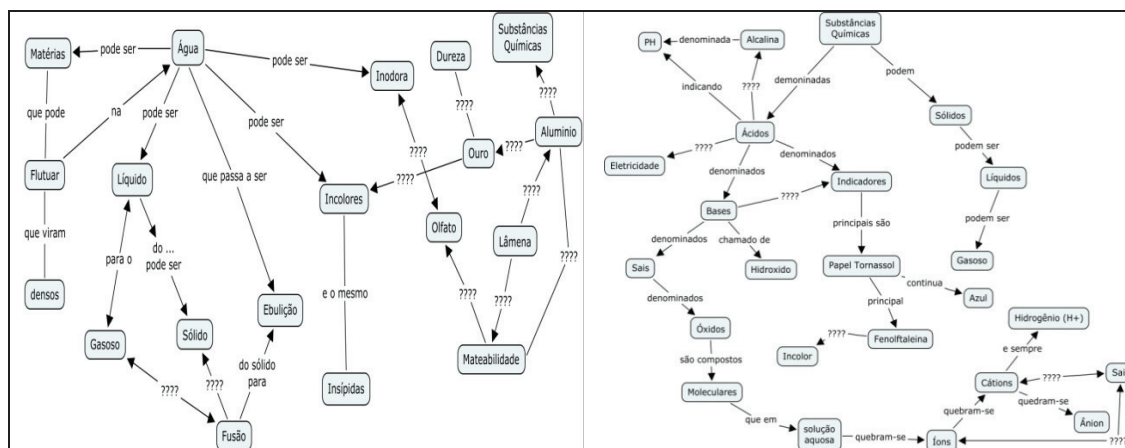


Figura 3: MCs 1 e 2 elaborado pelo aluno 9 B.

A estrutura do MC1 do aluno 9B (figura 3) revela uma organização espacial ampla em diferentes níveis espaciais. Existe um trajeto do conceito mais inclusivo *Água* até os subordinados *inodora*, *materiais*, *indicadores*, que se relacionam com os mais específicos de diferentes níveis. Os conceitos sobre o tema estão ligados, evidenciando relações entre dois conceitos. A maioria das relações encontra-se nomeada por palavras de ligação compostas e identificadoras de vínculos entre os diversos níveis hierárquicos. O MC1 evidencia reconciliação e integração conceitual em diferentes situações, utilizando-se de setas de duplo sentido, para favorecer as relações, embora algumas delas, visualmente, não se caracterizam como relações válidas para a compreensão do conteúdo, comprometendo, neste caso, a perceptibilidade semântica (Novak, 2000).

(...) escolhi a água como o conceito principal porque prá mim é a substância mais importante de todas... a água pode ser... líquida, incolor, sem cor, inodora... sem cheiro... e mesmo insípida, sem gosto... quando é pura... não tem poluição (...) falei líquida porque tem água sólida nas geleiras... é o gelo... ela pode passar do líquido para o sólido e do sólido para gasoso... aqui no final do MC eu coloquei isso... liguei com as setas indo para os dois lados porque é assim que acontece... a ligação da água com materiais está errada porque é assim... diversos materiais flutuam na água... só os materiais menos denso, fica mais leve... os mais densos ficam mais pesados e afunda... (...) desse lado... tem outras substâncias... o mapa não ficou muito legal... desse lado... não vou conseguir falar dele... nem coloquei as palavras de ligação! (...) sei que tem outras substâncias... o ouro... alumínio... eles têm dureza... maleabilidade e pode virar lâmina prá fazer coisas... eles têm cor... aqui na seta de ligação ia colocar não são incolores e não tem cheiro igual à água... a gente sente o cheiro pelo olfato... (...) ficaria melhor falar só da água... (...) (aluno 9B).

O MC2 (figura 3) sustenta uma estrutura hierárquica nos mesmos moldes do MC1, em diferentes níveis espaciais. Entretanto, o aluno reconhece como conceito mais inclusivo as *substâncias químicas*. Do conceito mais inclusivo saem duas ramificações, sendo uma indicativa aos conceitos de *sólido*, *líquido* e *gasoso* em uma sequência linear de subordinação e especificidade, evidenciadas por setas nomeadas por palavras de ligação. A outra se estende até o conceito *ácido*, do qual emerge uma rede de ramificações. Cada conceito possui vínculo com outro conceito mantendo relações unidirecionais e em alguns casos bidirecionais, identificadas por setas nomeadas, com algumas exceções, por exemplo, de *bases* para *indicadores*. Dentro de cada nível hierárquico ocorrem relações coordenadas, subordinadas e específicas, porém, as posições de cada nível não são facilmente identificadas. Algumas relações são nomeadas por palavras de ligação, incapaz de determinar uma proposição lógica para o conteúdo, por exemplo, de *ácido* para *alcalina*. Tanto o MC1 como o MC2, deixa evidente a potencialidade do aluno 9B em selecionar conceitos do conteúdo de ensino. Os avanços na evolução conceitual e na formação de proposições válidas não corroboram com a condição de retrocesso em que configura o aluno quanto a sua nota na AP.

(...) comecei com substâncias químicas... elas podem ser sólidas, líquidas e gasosas... (...) elas são assim por conta do agrupamento das moléculas... as moléculas quando ficam bem juntinhas, as substâncias são sólidas... um pouco separadas são líquidas...e muito separadas são gasosas... elas separam ou juntam por conta da temperatura por isso o gelo transforma em água quando tira da geladeira (...). Daqui prá cá... eu quero dizer que as substâncias transformam em outras e tem uma função na natureza...as denominada ácido...várias coisas acontece com o ácido...que eu indico aqui... passa eletricidade é isso que eu queria colocar... mas, só lembrei agora...outra coisa é que os ácidos tem pH...potencial de hidrogênio...tem uns que são mais fraquinho e outros que são poderosos...bem corrosivo... (...) quando a gente mistura ácido com água e põe um prego...reage e o prego fica transformado...outra coisa...eles pode reagir com as denominadas bases que são alcalinas...tinha que colocar alcalina aqui perto da base...ia ficar mais bem explicado (...) as bases reage com os ácidos e formam um sal e água também...os ácidos e as bases tem indicadores... indicadores são substâncias que reagem com os ácidos e as bases...o principal é o papel de tornassol azul e rosa... esqueci de colocar o rosa... aquela tirinha que muda de cor se é mais base ou não...a fenolftaleína, é incolor e fica com cor dependendo da substância... (...) os óxidos são substâncias moleculares que em solução aquosa quebram em íons que quebram em cátions... nessa parte eu não tenho muita certeza.....aqui eu sei que os sais quebram em cátions na solução aquosa... é hidrogênio positivo (...) **(aluno 9B)**.

Embora apresentando fragilidades quanto às palavras de ligação e algumas falhas na disposição sequencial dos conceitos, importantes tomadas de consciência foram compartilhadas pelos alunos na elucidação dos MCs. Isso comprova o potencial idiossincrático do MC e o seu papel no desenvolvimento de atitudes em aula (Novak, 2000; Moreira, 2010). A explicação das estruturas hierárquicas favoreceu a compreensão sobre o potencial conceitual do aluno e das estratégias facilitadoras na diferenciação e as possíveis reconciliações integradoras.

5 Considerações finais

A análise quantitativa evidenciou com 95% de confiança, o aumento do nível de aprendizagem dos alunos da turma B. Isso implica em considerar que o MC atuou como instrumento potencial e significativo para a turma experimental (8ª B) e favoreceu a evolução dos conceitos científicos da matéria de ensino. A turma experimental evoluiu na capacidade de diferenciar e reconhecer as propriedades dos materiais, solicitados na AP. Embora a análise do estudo analítico revelar um resultado tênue entre as duas turmas, consideramos um avanço representativo na aprendizagem da turma experimental, visto que, o nível de conhecimento prévio, para o conteúdo de ensino, nas duas turmas encontrava-se em condições diversas, isto é, a análise das respostas às questões da AD, a turma B (experimental) evidenciou saber menos que a turma A (controle). A maioria dos alunos da turma experimental partiu de uma pontuação abaixo de 2,0 pontos e alcançaram avanços significativos, por exemplo, os alunos 1B e 11B que obtiveram notas superiores a 5,0 pontos. Os resultados da AP indicaram também que a turma experimental respondeu melhor aos estímulos promovidos pela intervenção, em relação aos indicadores de aprendizagem e habilidades determinadas na avaliação. Isso significa que no conjunto a turma B foi melhor que a turma A ao evidenciar respostas positivas quanto à comprovação da hipótese inicial. Assim, podemos inferir que o MC facilita a aprendizagem dos conceitos científicos de química no ensino fundamental e o seu uso deve fazer parte do cotidiano das salas de aula.

Referencias

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (G. S. Barberán, trad.). Barcelona: Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional* (2ª ed., E. Nick, H. B. C. Rodrigues, L. Peotta, M.A. Fontes, M. G. R. Maron, Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana. (Obra original publicada em 1978).
- Carvalho, A. M. P. (2006) Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In F. M. T. Santos & I. M. Greca (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (Vol. 1, pp. 13-48). Ijuí: Unijuí.
- Costa, S. F. (2010) Estatística Aplicada à pesquisa em educação. (Série Pesquisa, v.7) Brasília, Br: Liber livro.
- Gowin, D. B. & Alvarez, M. C. (2005) *The Art of Educating with V Diagrams* (pp. 215-219). New York: Cambridge University Press
- Jiménez Aleixandre, M.P; Gallástegui Otero, J. R; Eirexas Santamaría, F & Mauriz Puig, B. (2009) *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en Ciencias*. Santiago de Compostela: Edita Danú
- Laville, C. & Dionne, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas* (H. Monteiro e F. Settineri, trad.). Porto Alegre: Artmed.
- Meneses Villagrà J. Á. (2001). La evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: *Actas del PIDEc: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos* (pp. 91-125, vol. 3). Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2011). *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. São Paulo: Editora da Livraria da Física.

- Moreira, M. A. (2010) Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. São Paulo: Centauro.
- Moreira, M. A. & Rosa, P. R. S. (2007). Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. In: *Actas del PIDECE*: Textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ciências da Universidade de Burgos (pp. 03-55, vol. 9). Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. & Veit, E. A. (2007). *Fidedignidade e Validade de testes e questionários* (Texto de Apoio preparado para a disciplina de Pós Graduação: Bases Teóricas e Metodológicas para o ensino superior). Rio Grande de Sul: Instituto de Física, UFRGS
- Novak, J. D. & Gowin, D.B. (1999). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano.
- Novak, J. D. (2000). *Aprender criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa: Plátano.
- Silveira, F. P. R. A. (2014). *O uso de Mapas Conceituais como recurso didático facilitador da Aprendizagem Significativa em Ciências Naturais em nível de Ensino Fundamental*. Tese de Doutorado: Universidade de Burgos, Espanha.

O PAPEL DOS MAPAS CONCEITUAIS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

*Paulo H. Trentin, Fábio Gerab & Hong Y. Ching, Centro Universitário da FEI, Brasil
Email: trentins@fei.edu.br, www.fei.edu.br*

Resumo. Esse artigo tem como objetivo descrever a experiência na utilização de mapas conceituais no projeto pedagógico por competência em um curso de Administração de uma Instituição de Ensino Superior, particular confessional, do Estado de São Paulo. A base para nossas considerações é o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), o Parecer 776/97 do Conselho Nacional de Educação (CNE), e a Resolução 04/2005 do CNE. Como base teórica, foi utilizada a abordagem da aprendizagem significativa nas quais a construção de Mapas Conceituais representa uma possibilidade metodológica para a compreensão que o estudante deve ter relativamente às integrações e as conexões entre os componentes curriculares dos ciclos, que compõem os quatros anos em que a formação do administrador ocorre. Para atender ao objetivo, a pesquisa foi definida como sendo descritiva. A estratégia de abordagem é o estudo de caso. A construção de Mapas Conceituais também deve favorecer que o estudante apreenda de maneira significativa os constructos específicos de cada um dos componentes curriculares. Qualquer implantação de uma nova proposta pedagógica como a pedagogia das competências exige uma mudança de mentalidade e paradigma do coordenador do curso, do seu corpo docente, dos seus alunos bem como uma reorganização das instituições de ensino que estejam comprometidas com a formação em serviço dos seus estudantes.

Palavras-Chave: Mapas Conceituais, Projeto Pedagógico de Curso, Pedagogia das Competências, Administração, Avaliação

1 Introdução

O Parecer 776/97 do Conselho Nacional de Educação (CNE), que orienta para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação, preconiza que os cursos de graduação precisam ser conduzidos, por meio das Diretrizes Curriculares, a abandonar as características de que muitas vezes se revestem, quais sejam as de atuarem como instrumentos de transmissão de conhecimento e informações. Isto impõe a orientar-se para oferecer uma formação básica, preparando o graduando para enfrentar os desafios das transformações sociais, do mercado de trabalho e das condições de exercício profissional.

Orientado por esse Parecer, o diretor da Câmara de Formação Profissional do Conselho Federal de Administração (CFA) na edição novembro/dezembro de 2013, da Revista Brasileira de Administração (RBA), defende que o professor torne-se um orientador ou mediador, e não apenas um transmissor de conhecimentos, tendo como desdobramento a mudança do papel do aluno, deixando de ser um “*coadjuvante*” e passando a ser o “*protagonista*”.

Em outras palavras, o diretor sugere que o modelo de educação superior faça uma transposição: do ensino à aprendizagem. Para tanto, o professor deve lançar mão de algumas metodologias ativas de aprendizagem que buscam desenvolver as competências requeridas pelo mercado de trabalho. Isso vai ao encontro à posição de Antunes (2002) de que na sala de aula, a diferença em educar para competências se explicita na forma como as informações são trabalhadas, atribuindo-lhes um significado contextualizado e ligado à vida profissional do estudante, buscando construir o conhecimento com ele.

A flexibilização dos currículos é discutida e defendida no trabalho de Pereira, Mozer e Brito (2006) quando se estudou a flexibilização do currículo de Administração tomando como ponto de análise o imaginário dos docentes. A proposta de flexibilização exposta teve como diretriz a necessidade de perpassar um ensino-aprendizagem que valorizasse a competência e desenvolvesse habilidades para a atuação profissional, aprimorando a capacidade de raciocínio abstrato e valorizando princípios éticos e de cidadania. Entende-se no referido estudo a flexibilização curricular como uma proposta de construção de currículos que foge da organização sequenciada e hierarquizada das disciplinas, privilegiando, segundo Freitas e Amorim (2000) a interdisciplinaridade e a interface teoria e prática.

Na perspectiva de mudança, o curso de Administração de uma Instituição de Ensino Superior (IES), situada na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) se propôs a estruturar um novo Projeto Pedagógico de Curso (PPC) trazendo a discussão alguns desdobramentos didático-pedagógicos necessários e mudanças acerca da construção de competências para os cursos de administração. O Mapa Conceitual foi escolhido como uma

metodologia de aprendizagem a ser utilizada em todos os componentes curriculares do curso. Assim sendo, este artigo se propõe a descrever a experiência na utilização de mapas conceituais no PPC desse curso.

2 Referencial Teórico

Esse curso tinha como referência um caminho que até então a instituição havia percorrido e que se baseava no trabalho centrado eminentemente no professor. O professor, na acepção do termo, proferia o conhecimento enquanto o aluno – alguém sem luz; passivamente, recebia a carga de informações e as reproduzia no momento da avaliação. A avaliação era constituída em provas escritas no meio e ao final de cada período de estudo.

A remodelação do projeto pedagógico para a formação do Administrador nessa IES foi concebida em conformidade com as orientações do Parecer 776/97 do CNE, que propõe rever a posição do aluno e a do professor. No entendimento da equipe responsável pela elaboração do projeto, caberia o papel de mediador ao professor. Ao aluno, então, o papel de estudante, ou seja, de alguém devesse participar ativamente do processo de negociação com o conhecimento científico. Para o desenvolvimento das habilidades e competências na formação desse estudante, essa IES tomou como referência as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Administração, objeto da Resolução 04/2005 do CNE, e na Pesquisa Nacional CFA/CRA de 2011.

Fez-se necessário compreender que o estudante traz consigo perspectivas, ambições e outras formas de conceber o ambiente que o cerca e que, em alguns pontos, divergem do conhecimento científico que representa o objeto das discussões na universidade. A universidade, enquanto criação humana, é o local oficialmente destinado à difusão do conhecimento científico. Nela a produção científica mostra-se como metodologicamente adequada para apresentação à comunidade. Segundo Monteiro e Pompeu Júnior (2001), percebemos uma preocupação em adaptar o saber científico para o contexto escolar, buscando-se exemplos, linguagens e formas adequadas para que aquele se revista de significado para os aprendizes, o que indica uma tendência às ideias de transposição didática. A implicação contida nessa perspectiva de entender o saber escolar como uma transposição do saber científico, dando àquele, portanto, as características da universalidade e verdade com que este conta, tende a justificar a necessidade de superação do saber cotidiano, o qual teria apenas a função didática de contribuir com significado o processo inicial da aprendizagem.

Com o tempo as demandas sociais impuseram à universidade a abertura para o reconhecimento de outros encaminhamentos possíveis para discussão do conhecimento científico sedimentado. Reconhecer, por exemplo, a existência de fazeres escolares, fazeres científicos e fazeres cotidianos, é quase tão necessário quanto compreender que não há uma hierarquia, por grau de importância, entre estes fazeres. Este posicionamento encontra respaldo em autores como D'Ambrosio (1985, 1986, 1992 e 2001), Knijnik (1996) e Monteiro e Pompeu Júnior (2001), dentre outros. Neste sentido, a universidade é entendida com uma instância na qual se reúnem e interagem, sinergicamente, os fazeres científicos, escolares e cotidianos.

No contexto que buscamos caracterizar, no qual há a abertura para a presença de outras formas de fazeres, além do científico e do escolar, situam nos propósitos da Educação Libertadora, de Freire (2013), que favoreceu o reconhecimento de que o estudante deve ser entendido com alguém participante de todo o processo de negociação que se estabelece no ambiente escolar entre os saberes escolares e não escolares (do cotidiano).

Dado que a motivação do estudante é um fator importante para o desempenho acadêmico discente, e que esta motivação pode ser influenciada pelo método de ensino adotado pelo docente, Muritiba, Muritiba e Casado (2010) em seu estudo com estudantes de Administração, correlacionaram a preferência destes alunos por diversos métodos de ensino com o seu perfil psicológico segundo a caracterização de Jung. Este estudo apontou que, independente do perfil psicológico, os alunos preferem, em geral, métodos ativos de ensino. O estudo apontou também que quanto mais extrovertido é o estudante, característica psicológica predominante entre os alunos estudados, maior sua preferência por metodologias ativas. Já indivíduos introvertidos tendem a aceitar mais métodos passivos de ensino sendo temerário considerar os estudantes como um grupo uniforme, com características semelhantes, onde todos recebem os mesmos conteúdos transmitidos no mesmo ritmo, sem considerar o estilo de aprendizagem em que o aluno é mais receptivo. Os autores sugerem a diversificação dos métodos de ensino empregados em sala de aula como prática eficaz para a melhoria do ensino-aprendizagem.

A prática docente deve situar-se como mediadora entre os saberes escolarizados e não escolarizados. Avançando um pouco, no processo o relógio da história, vemos as considerações de Ausubel (1976) acerca da aprendizagem significativa como o pano de fundo para a proposição na prática pedagógica de metodologias

ativas para o ensino e a aprendizagem. Sendo que as ideias de Ausubel desembocam no que preconizou Novak e Cañas (1998) ao trabalharem com os Mapas Conceituais. Em estudo comparativo desenvolvido por Hazoff Júnior e Sauaia (2008), onde alunos de uma mesma disciplina de cursos de Administração de duas IES distintas, quando divididos em dois grupos, dentro da mesma IES, e submetidos ao mesmo conteúdo e a mesma avaliação, porém com cada grupo experimentando uma distinta abordagem pedagógica, uma fortemente centrada no professor (passiva) e outra fortemente centrada no aluno (ativa), mostrou efeitos distintos nos procedimentos adotados. Observou-se um desempenho acadêmico superior, estatisticamente significativo, do grupo de estudantes submetido à abordagem centrada no aluno para ambas as IES avaliadas. Tal resultado apresenta-se em concordância com os resultados evidenciados por Muritiba et al (2010), onde a preferência por métodos ativos de ensino pode influenciar a motivação (atitude) e o desempenho de uma parcela importante dos estudantes.

Nosso entendimento acerca da aprendizagem significativa tem relação com a atribuição de significados idiossincráticos. Os Mapas Conceituais, elaborados pelos educadores e os estudantes, devem refletir os significados que atribuírem a determinado constructo em questão. Deste modo, tanto os mapas referenciados pelos educadores como recurso didático, bem como os mapas elaborados pelos estudantes terão componentes peculiares e pessoais. Dolci, Bergamaschi e Vargas (2013) utilizaram de mapas conceituais para evidenciar as principais teorias e metodologias ligadas à evolução e a estruturação do Pensamento Sistêmico e seus relacionamentos a partir de um levantamento retrospectivo de 1960 a 2010. A escola pelos mapas conceituais foi justificada pela sua utilidade na localização e identificação de relacionamentos entre teorias e conceitos, através de uma representação gráfica, o que pode levar à formação de novos conhecimentos.

Há variadas possibilidades de se trabalhar a construção de Mapas Conceituais. Dentre elas, pensamos em algumas que passamos a considerar. A primeira tem relação com o apoio à instrução, em que os mapas podem ser usados para dar uma instrução sobre uma atividade a ser realizada. A segunda indica os mapas como organizadores prévios, esta possibilidade está presente na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1976) que traduz ser importante no ato de ensinar é evidenciar o que o estudante sabe. O objetivo, neste propósito, é usar o mapa para estabelecer uma ligação entre os saberes do estudante e o recurso alternativo para a aprendizagem. Outra possibilidade é utilizá-los para o desenvolvimento dos conteúdos, ou seja, os mapas são construídos logo que um determinado tema ou conteúdo é apresentado e o são revisados, repensados e reelaborados ao longo das aulas. A quarta possibilidade, seria a síntese dos conteúdos trabalhados, em que ao final de uma aula ou de um curso, os Mapas Conceituais podem representar um resumo esquemático do que foi apreendido, composto pelo conjunto de conceitos importantes de uma área do conhecimento. A quinta possibilidade que destacamos seria como um compartilhador de informações, ou seja, para disponibilizar o conhecimento que foi construído e compartilhá-lo.

Existem outras possibilidades que podem interessar aos educadores do curso de administração que seriam a utilização como método de avaliação e portfólio. A utilização de mapas evita o tradicional diagnóstico e recuperação dos conhecimentos armazenados na memória, representando uma alternativa para uma avaliação coerente com a teoria da aprendizagem significativa, pois se centra na exposição que o estudante faz das relações que ele pode estabelecer entre seus conhecimentos prévios e os escolarizados. Conjuntamente, o portfólio, que se relaciona com o uso do mapa para o desenvolvimento dos conteúdos, destacando as possibilidades de armazenamento de mapas conceituais de algumas ferramentas, deve expressar a reflexão crítica do estudante que de fato tenha adquirido relativo domínio sobre determinado constructo. Os estudantes devem ser estimulados a refletir sobre o seu processo de pensamento, fazendo registros permanentes a partir das de novas interações com constructos que lhes são apresentados no ambiente educacional. Como argumentou Novak e Gowin (1999), pensar reflexivamente é fazer algo de forma controlada. Isto implica negociar com conceitos juntando-os e separando-os permanentemente. O ato de fazer e o refazer Mapas Conceituais pode auxiliar esse processo, de maneira relevante, quando compartilharmos com outras pessoas. Novak e Canãs (2010) destacam que um mapa conceitual nunca está finalizado. A construção de mapas não são apenas uma ferramenta para capturar, representar e arquivar conhecimento, é uma alternativa para que o conhecer possa ser enriquecido e repleto de significados.

Segundo Dolci *et al* (2013) a estrutura dos mapas conceituais depende do contexto onde estão sendo elaborados. Em nosso entendimento, não existe Mapa Conceitual “adequado”. O educador, mediador, não deve, ao menos inicialmente, apresentar aos estudantes o Mapa Conceitual de determinado constructo. O ideal é propor ao estudante que elabore o Mapa Conceitual para o conteúdo de acordo com os significados que ele, educador (mediador), atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles. De maneira análoga, nunca se deve esperar do estudante o Mapa Conceitual “correto”. O educador deve esperar o Mapa Conceitual que

estabeleça adequadamente as relações entre os conceitos, de acordo com determinado constructo e com o que determinada área do conhecimento ou saber escolar.

Para o processo de se trabalhar com a construção de Mapas Conceituais o interessante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o estudante está aprendendo significativamente o conteúdo. É com tal propósito que a construção de mapas deve ser entendida.

Retomando o que propomos considerar, o educador ao ensinar tem a intenção de proporcionar a que o estudante estabeleça significados que são aceitos no contexto do saber escolar e que devam ser compartilhados por certa comunidade. Os Mapas Conceituais fornecem informações acerca de como alguém foi “tocado” por determinado conhecimento. Deste modo, tais construções revelam a maneira pessoal de ver, de sentir e de reagir. Os mapas são representações de perspectivas alternativas entre estudantes e educadores, ou entre os pares. Se dois professores, com igual conhecimento, elaborarem um mapa de conceitos para certo conteúdo, seus mapas terão semelhanças e diferenças. Os dois mapas poderão evidenciar bom entendimento da matéria sem que se possa dizer que um é melhor do que outro e muito menos que um é certo e outro errado. Isto serve como indicação relativamente aos Mapas conceituais elaborados por dois estudantes. Contudo, é preciso cuidado para não aceitar qualquer expressão, pois alguns mapas são definitivamente pouco elaborados e sugerem uma compreensão equivocada.

Como argumenta Moreira (2006), no momento em que um professor apresentar para o aluno um mapa conceitual como sendo o mapa correto de certo conteúdo, ou no momento em que ele exigir do aluno um mapa **correto**, estará promovendo (como muitos outros recursos instrucionais) a aprendizagem mecânica em detrimento da significativa. Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã. De tudo isso, depreende-se que a análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

O trabalho com os Mapas Conceituais não deve permitir o entendimento de que representa um recurso instrucional de pouca utilidade, mesmo sabendo que a idiossincrasia que permeia sua elaboração seja um fator latente, além de ser difícil avaliar (quantificando), como a tradição escolar brasileira exige. De fato, de um ponto de vista convencional, os Mapas Conceituais podem não ser atraentes nem para os educadores, que preferirem permanecer na zona de conforto, nem tão pouco aos estudantes habituados a memorizar conteúdos para reproduzi-los nas avaliações e atividades específicas. O mediador que optar pelo trabalho com a construção de Mapas Conceituais deve encampar a postura que contemple a atitude dialógica na perspectiva da aprendizagem significativa. Segundo Correia, Silva e Romano Júnior (2010), a incorporação dos MCs na rotina da sala de aula exige uma abertura para a incerteza, visto que eles permitem a explicitação das idiossincrasias presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Essa característica se opõe ao determinismo presente nos testes de múltipla escolha, ou nas questões dissertativas que apresentam somente uma resposta “certa”. O uso dos MCs como estratégia de avaliação impõe uma revisão nas relações que o professor e os alunos estabelecem na sala de aula.

O trabalho com a construção com Mapas Conceituais, por lidar com a incerteza e a subjetividade, oferece mais oportunidades para o diálogo e para que as interações entre pares, aluno/aluno e professor/aluno, se estabeleçam no ambiente educacional.

3 Metodologia de Pesquisa

No que se refere à definição do tipo de pesquisa, pode-se enquadrá-la como sendo descritiva, porque busca descrever e relatar a experiência na utilização de mapas conceituais no PPC em uma IES situada na RMSP orientada à formação de competências de alunos no curso de Administração. Para complementar o estudo, foi realizada uma pesquisa documental a partir de uma série de documentos internos e externos a IES - o próprio PPC do curso, o Parecer 776/97 do Conselho Nacional de Educação (CNE), e a Resolução 04/2005 do CNE e a Pesquisa Nacional CFA/CRA de 2011,

Se as diretrizes definidas no PPC tem como desafio quebrar o paradigma do professor como um transmissor e/ou reprodutor do conhecimento e, ainda, se o modelo propõe a transposição entre o modelo de ensino para o

de aprendizagem, logo, percebe-se que “novas” metodologias se fazem necessárias para o aprendizado. As seguintes metodologias poderão ser adotadas nesse curso pelos professores, entre elas: aproximação entre teoria e prática, ações resolutivas, mapa conceitual e trabalho interdisciplinar e integrador. Jennings (2012) também propõe vários métodos de avaliação, como estudo de caso, trabalho baseado em problema, role play, projetos em grupo, apresentação oral e escrita, atividade no laboratório e mapa conceitual entre outros.

O Mapa Conceitual foi escolhido como uma metodologia de aprendizagem a ser utilizada em todos os componentes curriculares do curso. A construção de Mapas Conceituais no bojo da elaboração do novo projeto para o curso de administração funciona como um catalisador entre os componentes curriculares em cada ciclo. Espera-se, neste primeiro momento que o estudante, realizando a construção de Mapas, possa compreender as relações intrínsecas e extrínsecas que se estabelecem entre cada um dos componentes curriculares. Cabe lembrar que os componentes curriculares emergiram de um processo natural de avaliar que habilidades e competências pretendia-se desenvolver no estudante do curso de IES em questão. Além do mais, como destacamos anteriormente, a construção de Mapas Conceituais deve atuar com um portfólio que agregue a cada aula, em cada componente curricular especificamente, os conhecimentos que compõem seu *corpus*. Os ajustes e (re)desenhos que se fizerem necessários são incorporados prontamente pela equipe que compõe o núcleo base da proposta em desenvolvimento.

4 Análise e discussão: algumas possibilidades

Os docentes são estimulados a fazer uso do mapa conceitual nas disciplinas de cada ciclo. Segue na figura abaixo (Figura 1) o exemplo de aplicação do mapa conceitual do componente curricular Fundamentos de Macroeconomia.

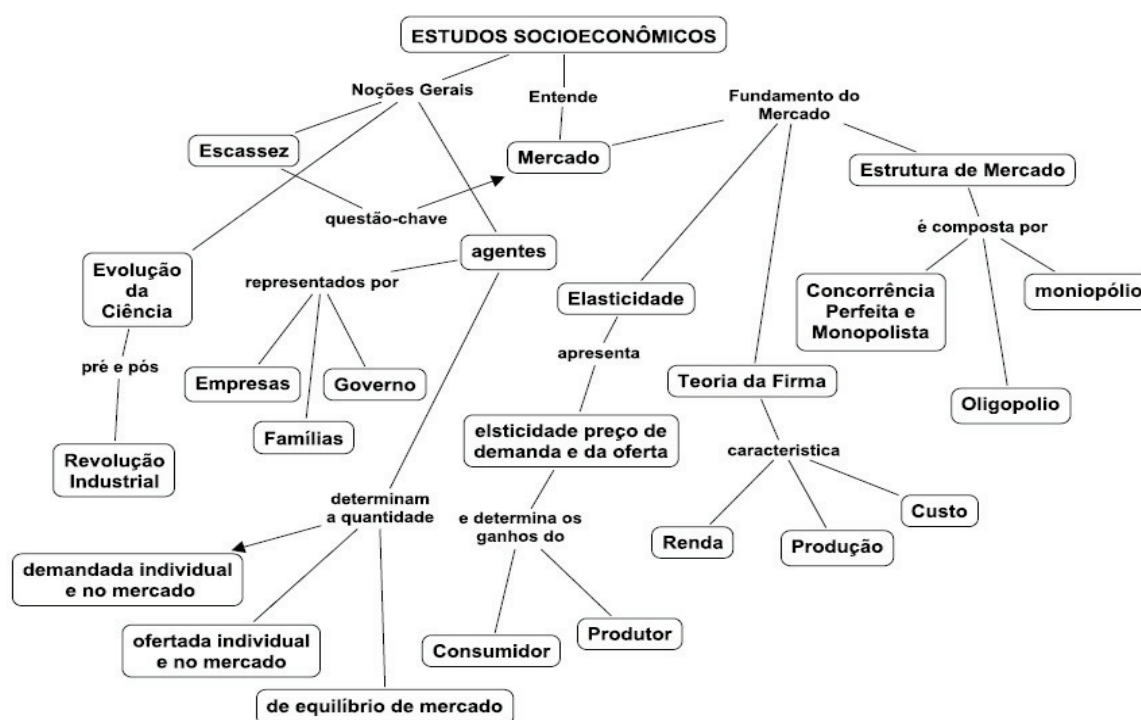


Figura 1: Mapa conceitual do componente Fundamentos de Macroeconomia

Novak e Cañas (2010) observam que estão encontrando em varios livros didáticos de Ciências a inclusão de Mapas Conceituais como uma forma de resumir o conhecimento adquirido pelos estudantes após o estudo de uma unidade ou capítulo. Isso favorece a percepção da relação existente entre parte e todo.

A partir desses mapas, os estudantes deverão ainda relacionar, também mapeando, os elementos cruciais de cada componente e aglutiná-los no componente integrador, de modo a criar relação entre os conteúdos do componente de maneira interdisciplinar, simulando um ambiente organizacional. O objetivo é expressar ao estudante a ideia de interligação significativa entre os componentes curriculares. Assim, eles poderão realizar uma reflexão e coerente relação entre os conteúdos. Espera-se, ainda, que eles compreendam a inter-relação entre os principais fundamentos da administração. Sobre o componente integrador, faz-se necessário mencionar que ele cumpre o papel de aglutinar os conhecimentos apresentados e discutidos nos demais componentes do respectivo

ciclo, de modo que todos os conhecimentos façam sentido ao aluno. Isso desmitifica a perspectiva de que os componentes são disciplinas no formato de “conhecimentos” isolados. Para garantir que isso aconteça de forma efetiva, idealizou-se o uso de Mapas Conceituais como um dos instrumentos de aprendizagem.

Segue (Figura 2) um exemplo de integração do componente curricular Fundamentos de Macroeconomia no componente integrador Fundamentos da Administração.



Figura 2: integração do componente Fundamentos de Macroeconomia

O desafio seguinte refere-se ao propósito de como fazer a avaliação de um Mapa Conceitual. Para tanto, entendemos que na avaliação, a ideia deve ser a de obter a informação acerca de como o estudante estrutura, hierarquiza, diferencia e integra conceitos de um determinado componente curricular (Moreira, 2006). O docente irá avaliar o desenvolvimento do Mapa Conceitual no seu componente por meio de uma graduação da nota em cada indicador ou critério (vide Tabela 1 a seguir). Foram escolhidos cinco indicadores de avaliação e quatro formas de graduação.

Esse método de avaliação é semelhante ao proposto por Jennings (2012) em que ele utilizou seis critérios – extensão, interconectividade, uso de elementos de ligação (*links*) descritivos, eficiência dos *links*, *layout* e desenvolvimento ao longo do tempo - e a seguinte graduação – inaceitável, aceitável, bom e exemplar.

Tabela 1: Graduação da nota em cada indicador

Grau do indicador	1	2	3	4
Indicador/Critério	Não atende o indicador	Atende o básico	Proficiente	Marcante
Expressa as conexões	Não expressou as conexões ou de forma não clara	Alguma evidência de habilidade lógica e analítica	Expressa de forma clara as conexões	Agregou de forma criativa as conexões
Analisa todas as informações disponíveis	Não considerou as informações básicas	Considerou as informações básicas para fazer as conexões	Considerou todas as informações disponíveis	Usou as informações para fazer as melhores conexões
Entende o assunto no qual está envolvido	Não demonstra conhecimento do assunto	Entende o assunto mas não enxerga as interdependências	Demonstra claro entendimento das conexões entre disciplinas	Mostra as interdependências de forma criativa
Estabelece padrões para os resultados	Padrão de baixa qualidade	Resultados dentro do padrão normal esperado	Bom padrão de excelência nos resultados Apresentados	Padrão de excelência
Discussão sobre diferentes pontos de vista	Não aberto a outras opiniões	Aceita diferentes opiniões mas om resistência	Mostra-se aberto a diferentes opiniões	Constrói em cima das opiniões alheias e diversas

5 Considerações Finais

Esse artigo não tem a pretensão de oferecer uma análise abrangente sobre a utilização de Mapas Conceituais em um curso de Administração. Nem tampouco pretende-se definir um modelo a ser seguido ou adotado por outras Instituições de Ensino Superior (IES). Este artigo se propõe a descrever a experiência na utilização de Mapas Conceituais no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Administração. Os esforços empreendidos no sentido de inovar as práticas de tal curso tem impelido esta IES e o seu corpo docente para o curso de Administração a buscar por alternativas que contemplem a realização desse novo currículo e seu PPC. Entendemos que é um processo contínuo que se constrói à medida que os desafios se apresentam. O projeto é ousado tanto por demandar mudança de paradigmas quanto pelo fato de existirem pouquíssimas experiências similares no Brasil, notadamente relativas ao curso de Administração.

Por fim, a construção de Mapas Conceituais também deve favorecer que o estudante apreenda de maneira significativa os constructos específicos de cada um dos componentes curriculares. Qualquer implantação de uma nova proposta pedagógica, como a pedagogia das competências, exige de todos os atores envolvidos uma reformulação na maneira de pensar e o rompimento com paradigmas.

Referências

- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa: um punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de *Educational psychology: a cognitive view*.
- Antunes, C.(2002). *Como desenvolver as competências em sala de aula*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Vozes.
- Brasil.(2005). Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 4 de 13/07/2005. Brasília.
- Brasil.(1999). Conselho Nacional de Educação. Portaria 776/77 de 03/12/1997. Disponível no http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/superior/legisla_superior_parecer77697.pdf. Brasília.
- Correia, P.R.M.; Silva, A.C.; Romano Junior, J.G. (2010). Mapas Conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.32, n.4, p.44021 – 44028.
- CFA/CRA Conselho Federal de Administração. (2011). *Pesquisa Nacional*. Brasília, 5ª edição.
- D'Ambrósio, U. (1985). *Socio-cultural bases for Mathematics Education*. UNICAMP, Campinas.
- D'Ambrósio, U. (1986). *Da realidade à ação. Reflexões sobre Educação Matemática*. Campinas: UNICAMP.
- D'Ambrósio, U. (1992). Reflexões sobre História, Filosofia e Matemática, in *BOLEMA - Boletim de Educação Matemática*, especial n-2, pp. 46-60, Rio Claro: UNESP, 1992.
- D'Ambrósio, U. (2001). *Etnomatemática, um elo entre as tradições*. Belo Horizonte: Autêntica.
- D'Ambrósio, U. P.C.; Bergamaschi, E.; Vargas, L. (2010). Visão Sistemica do Pensamento Sistemico: Uso de Mapas Conceituais. *R.Adm. Faces Journal* v.12, n.1, p. 33-50.
- Freire, P. (2013). *Pedagogia do Oprimido [Recurso Eletrônico]*, Editora: Paz e Terra.
- Freitas, T.S.; Amorin, T.N.G.F.(2000). Diretrizes Curriculares x Flexibilização...Aonde vamos? Realmente queremos ir? Pág. 5-18. In: *Anais do XI Enangrad: Encontro Nacional dos Cursos de Graduação em Administração*. Salvador, BA, 23-27.
- Hazoff Junior, W.; Sauaia, A.C.A. (2008). Aprendizagem Centrada no Participante ou no Professor? Um Estudo Comparativo em Administração de Materiais. *RAC*, V.12, n.3, p. 631-658.
- Jennings, D. (2012). *Concept maps for assessment*. UCD Teaching and Learning, UCD, Ireland.
- Knijnik, G. (1996). *Educação e Resistência - Educação Matemática e Legitimidade Cultural*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Ed. Universidade de Brasília.
- Monteiro, A. e Pompeu Jr., G. (2001). *A matemática e os temas transversais*. São Paulo: Moderna.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006) *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Centauro Editora. 2ª edição.
- Muritiba, P.M.; Muritiba, S.N.; Casado, T. (2010). Personalidade e Preferência por Métodos de Ensino: Um Estudo com Graduandos em Administração. *R. Adm. Faces Journal*, V.9 n.2, p. 65-85.

- Novak, J., Cañas, A. (1998). Conocimiento y aprendizaje: los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Madrid: Alianza Editorial. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na Revista Chilena de Educação Científica, 4(2): 38-44.
- Novak, J.D.; Cañas, A.J. (2010). A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. Práxis Educativa, Ponta Grossa, v.5, n.1, p.9-29, DOI: <http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.5i1.009029>.
- Novak, J.D. e Gowin, D.B. (1996). Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Pereira, M. C., Mozar J. B., Brito, V.G.P. (2013). "Movimento de Re-Construção Do Currículo No Ensino Em Administração: Um Estudo Sobre O Imaginário Dos Docentes Em Uma IES. Revista Eletrônica de Administração 12.2.

PROCEDIMIENTO DE MAPEO CONCEPTUAL PARA EL ANALISIS CUALITATIVO DE DATOS

*Iliana Cuenca Almazán & Virginia Montero-Hernández, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
Email: ili.cuenca@gmail.com*

Resumen. Se presenta un procedimiento de mapeo conceptual en el análisis cualitativo de entrevistas y se muestra su relación con los procedimientos de codificación y categorización. El análisis de la literatura identifica experiencias sobre el empleo de mapas conceptuales de entrevistas codificadas, sin embargo el detalle del procedimiento llevado a cabo ha sido escasamente documentado. Se realizó un estudio mediante entrevistas a investigadores educativos de diferentes comunidades que han empleado este método como parte de la etapa de análisis para identificar las tareas comunes que realizan a partir de la codificación. Las entrevistas a investigadores fueron realizadas mediante método de elicitación de conocimiento experto identificando los elementos comunes y las particularidades dentro del procedimiento pudiendo identificar las etapas que permiten describir y emplear la propuesta de un procedimiento haciéndolo más explícito y disponible a otras comunidades de investigación. Se presenta el resultado mediante la sistematización de un modelo de procedimiento de mapeo conceptual.

Palabras Claves: Método, investigación cualitativa, mapa conceptual, codificación.

1 Introducción

El objeto de estudio del presente trabajo es una parte del proceso de análisis cualitativo, distinguiéndose dos procedimientos relacionados: el proceso de la codificación y el proceso de mapeo conceptual. Esta separación analítica permite estudiar la vinculación de los procesos y reconocer las estrategias analíticas que comparten en el análisis de entrevistas. El propósito es documentar y describir los procedimientos de análisis de datos orientados a construir mapas conceptuales para el análisis cualitativo de datos o Mapeo Conceptual para el Análisis Cualitativo, de ahora en adelante MCAC. El procedimiento permite apreciar elementos de rigurosidad que emplean los expertos para cumplir con criterios de calidad y validez de una investigación cualitativa.

Mediante entrevistas a expertos en el uso de mapas conceptuales para el análisis de datos, esta investigación ha permitido generar un modelo conceptual que describe el proceso de codificación, categorización e integración de datos empíricos en el enfoque cualitativo. Los resultados mostrados en el presente artículo forman parte de una investigación más amplia que además de dar a conocer el procedimiento de mapeo tuvo como objetivo brindar pautas para el diseño de software cualitativo para el apoyo en las tareas de mapeo que actualmente se lleva a cabo empleando diferentes tecnologías. Para el propósito de este documento la atención se centra en la descripción del procedimiento para la elaboración de mapas conceptuales a partir de la codificación de entrevistas que analizan los investigadores cualitativos.

1.1 Antecedentes y Problemática de la Investigación

Diversos métodos de análisis cualitativo de datos tienen como base los procedimientos de codificación y categorización de los datos empíricos. Parte del proceso de análisis consiste en identificar *segmentos* de información que se consideran relevantes, una vez identificada la información de relevancia se etiqueta mediante el uso de *códigos* (Creswell, 2013; Denzin & Lincoln, 2000; Flick, 2007; Kelle, Prein, & Bird, 1995; Saldana, 2010; Seidman, 2013; Strauss & Corbin, 2012; Tesch, 1990). Un código es una etiqueta, que se da a palabras, frases, o uno o varios párrafos de un texto, a esta selección de texto al que se le aplica la etiqueta, se le llama segmento o cita, y conforman una unidad de información que en procesos posteriores deberá ser contextualizada y comparada con otros segmentos (Flick, 2007; Saldana, 2010; Seidel, 1995). Un mismo código puede ser aplicado a otros segmentos, lo que facilita el manejo de los datos reduciendo el volumen de datos para el manejo de unidades de análisis organizadas que en su momento facilitarán las estrategias analíticas de comparación, búsqueda de patrones y/o mapeo conceptual.

La codificación tiene el propósito de organizar la información y desarrollar relaciones entre códigos y conceptos teóricos de la investigación (Seidel, 1995). Existen diversos tipos de codificación cuya diferencia puede estar dada por los diferentes momentos del proceso de análisis, por ejemplo, la codificación puede ser abierta, axial o selectiva (Gibbs, 2007; Corbin y Strauss, 1998); o bien por el método de codificación y la

aproximación metodológica que lo sustenta. Saldana identifica 29 métodos de codificación a partir de diferentes aproximaciones metodológicas (Saldana, 2010).

Según avanza el proceso de codificación este orienta a la categorización, que inicia con la integración y relación de fragmentos de datos. Este momento del proceso analítico requiere de un cierto avance en la codificación de los datos, pero no requiere que la codificación sea terminada por completo, ya que establecer las relaciones y categorías es un proceso de ganancia de comprensión que se construye y desarrolla mediante procesos recursivos de comparación y re-codificación (Strauss & Corbin, 2012).

Varios autores plantean que el proceso de categorización puede ser ayudado con el uso de gráficos y esquemas ya que estos permiten observar, establecer y probar relaciones y elementos de contexto (Aguilar Tamayo, 2010; Denzin & Lincoln, 2000; Gangas, 2007; García Félix, 2012; García, 2004; I. M. S. M. Kinchin, David; Hay, David, 2010; King, 2010; Miller, Wiley, & Wolfe, 1986; Moon, 2011; Pastor, 2012; Zermeno, 2005). Los sistemas de representación gráfica, como tablas, gráficos, diagramas, redes y mapas, son herramientas con gran potencial para la comunicación visual al mostrar de forma más explícita las ideas o conceptos de un individuo o grupo durante los procesos de análisis cualitativo y también resultan útiles para dar a conocer resultados de manera clara (Butler-Kisber, 2010; Denzin & Lincoln, 2000; Maxwell, 2013; Ryan, 2000; Strauss & Corbin, 2002).

Algunos de estos sistemas de representación gráfica han sido integrados a software especializado para el análisis de datos cualitativos, por ejemplo paquetes como ATLAS.ti (atlasti.com), MaxQDA (maxqda.com) y NVivo (qrsinternacional.com) integran herramientas para el desarrollo de redes (*networks*) y otros elementos como tablas, colores y opciones de navegación para visualizar de distintas maneras los datos ayudando a descubrir relaciones, conjeturas relevantes, o lo que Fine y Deegan (1996) identifican como serendipia.

En la investigación cualitativa los mapas conceptuales son una herramienta utilizada en diferentes momentos de la investigación y con diferentes funciones, por ejemplo pueden emplearse como herramienta de recolección de datos y durante el procedimiento de análisis hacia la construcción de relaciones y teorías (Daley, 2004). Empleando la jerarquía de conceptos y la posibilidad de establecer proposiciones dinámicas, además de observar de forma más explícita las relaciones entre los conceptos, se facilita el desarrollo de categorías de análisis y estructuras temáticas que permiten generar respuestas a la pregunta de investigación, y adicionalmente apoyar estrategias analíticas de comparación (Aguilar Tamayo, 2010).

El mapa conceptual elaborado bajo la técnica propuesta por Novak ha despertado el interés de investigadores cualitativos que combinan métodos de análisis en los cuales se utilizan la codificación y el mapeo conceptual (Aguilar Tamayo, 2010; Butler-Kisber, 2010; Daley, 2004; García Félix, 2012; I. M. Kinchin, Streatfield, & Hay, 2010; Pastor, 2012; Zanting, 2003). De acuerdo a las experiencias documentadas, dentro del análisis de datos cualitativos sobre narrativas, se han desarrollado métodos de análisis que integran el proceso de codificación y el mapeo conceptual utilizando paquetes informáticos, como el software de ATLAS.ti y CmapTools (Aguilar Tamayo, 2010; García, 2004 (Montero-Hernandez, 2010; Montero-Hernandez & Levin, 2012). Otros investigadores han comenzado a sistematizar y teorizar sobre otros procedimientos utilizando ATLAS.ti y CmapTools conjuntamente para el análisis cualitativo de entrevistas (Bencomo 2004, Padilla Arroyo 2006, Gangas 2007, García Félix 2012; Pastor, Chrobak y Ponzoni 2012, Quesada 2010, Kinchin 2010, Given 2008). Sin embargo, el procedimiento que permita observar el tránsito de los códigos hacia el mapeo conceptual y las tareas tanto manuales como apoyadas con software, que realiza el investigador, no ha sido plenamente explicitado.

2 Metodología

Se realizó un estudio exploratorio con la participación de investigadores educativos de universidades correspondientes a tres países diferentes. El criterio de selección se basó: ser investigadores expertos en el análisis cualitativo de datos, utilizar la codificación, la categorización y el mapeo conceptual para la interpretación de textos en la investigación cualitativa en el campo de Educación. Los participantes fueron identificados a partir de publicaciones en fuentes especializadas como *journals* de educación, de métodos de investigación en ciencias sociales o en las conferencias internacionales sobre mapeo conceptual. Fueron contactados mediante correo electrónico informándoles el propósito de la investigación e invitándolos a participar. Se obtuvo respuesta de 5 investigadores de diferentes centros de estudio con quienes se tuvo un acercamiento por videollamada y correo electrónico para responder preguntas abiertas, algunos con sus

respuestas incluyeron voluntariamente diferentes datos adicionales como mapas conceptuales, gráficos, notas de su propia elaboración con la intención de comentar y clarificar sus respuestas.

Para el análisis de los datos obtenidos, se compararon los términos utilizados y procedimientos, se identificaron elementos comunes en el procedimiento y las variaciones del MCAC. Este trabajo permitió desarrollar el sistema de códigos y preparar las entrevistas cara a cara con dos expertos más. Se realizaron entrevistas por separado y de manera presencial a estos expertos en mapas conceptuales, integrantes activos de la comunidad de Cmappers con experiencia en el empleo de procedimientos de codificación y de mapeo como estrategias de análisis cualitativo.

La aplicación de la entrevista utilizó el método de extracción de conocimiento para la elicitación de conocimiento experto (MEC) que consiste en un conjunto de métodos y procedimientos orientados al modelaje de conocimiento bajo los criterios de ubicación de necesidades o condiciones, desarrollo de secuencia y evaluación de los procesos (Crandall, Hoffman, & Klein, 2006). Las entrevistas presenciales fueron de dos sesiones de aproximadamente una hora cada una y durante las entrevistas se realizó una observación de las tareas que realizaban los expertos a partir de materiales que mostraron a manera de ejemplo, se registró mediante el programa Snagit (techsmith.com) y se grabaron comentarios y procedimiento ejemplificados en la computadora. En las segundas sesiones se les pidió utilizar una pluma inteligente *livescribe* (livescribe.com) con la finalidad de grabar el audio y almacenar notas que los mismos expertos realizaban para apoyar explicaciones y descripciones en un cuaderno. Durante las sesiones de entrevista se tomaron notas personales y después se analizaron entrevistas y notas, contrastando y complementando la identificación del procedimiento con los datos proporcionados por los participantes a distancia.

Las entrevistas fueron transcritas y se analizaron junto con los videos obtenidos de Snagit y de la pluma inteligente, se utilizó el software ATLAS.ti. Se incluyeron también archivos de imagen de mapas conceptuales, y otros documentos proporcionados por los expertos informantes. Se efectuó una reducción de datos mediante codificación aplicando códigos de primer y segundo ciclo. El proceso de codificación abierta tomó códigos de la literatura y dio origen a algunos otros surgidos del análisis. Los códigos teóricos se construyeron de la técnica de mapeo conceptual propuesta por Joseph Novak, otros códigos se originaron en la literatura sobre métodos de investigación cualitativa, en particular sobre el proceso de codificación.

Identificados los elementos y procedimientos descritos por los entrevistados, se construyeron proposiciones que representan de manera más sintética las principales afirmaciones de conocimiento del experto. En un análisis integrador se establecieron las interconexiones entre estas afirmaciones.

3 Procedimiento de Mapeo Conceptual para el Análisis Cualitativo (MCAC)

A partir del material recolectado y el análisis del mismo fue posible identificar prácticas comunes de la manera a través de la cual los expertos utilizan la construcción de mapas conceptuales para proceder en el análisis de datos cualitativos. Si bien se reconoce que pueden existir variantes se propone en este trabajo un procedimiento genérico que se puede describir como una técnica constituida por las siguientes etapas:

- A) Codificación
- B) Identificación de relaciones
- C) Planteamiento de preguntas
- D) Mapeo conceptual de las relaciones encontradas
- E) Revisión y Comparación

Algunas de estas etapas pueden ser comunes a otros métodos cualitativos pero este procedimiento presenta etapas particulares como la de mapeo conceptual. En la Figura 1 se muestra una representación del procedimiento y se describe cada una de estas etapas. Nótese que entre las etapas de codificación y mapeo conceptual va incrementándose el nivel de abstracción. Los signos de interrogación representan la presencia constante de preguntas del investigador a lo largo de todo el procedimiento. En todo este proceso están presentes habilidades del investigador como la reflexividad y la interpretación, entre otras.

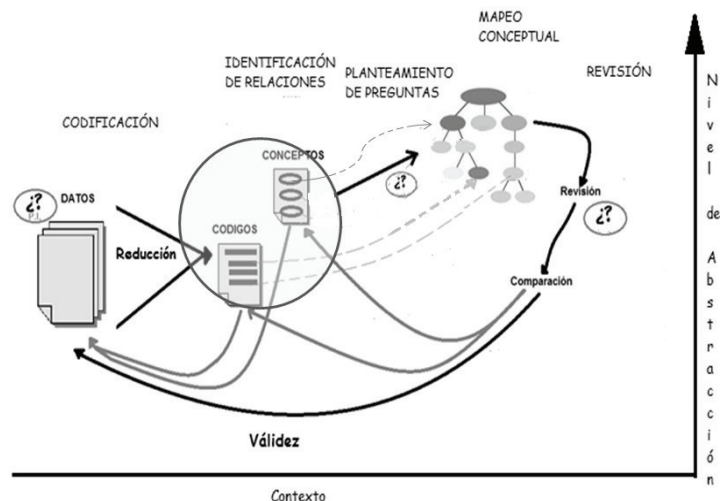


Figura 1: Procedimiento de Mapeo Conceptual para Análisis Cualitativo. Fuente: Elaboración propia.

A. Etapa de Codificación

Para algunos investigadores este análisis inicia a partir de escuchar los audios de las entrevistas y transcribirlas, consideran que escucharlas o leerlas completas les permite tener un vínculo con los datos e identificar su propia postura al momento de analizarlos.

Hechas las transcripciones se realiza un proceso de lectura constante y detallada de las mismas. Esto permite identificar información relevante mediante la segmentación, siendo el subrayado o coloreado de fragmentos de las entrevistas que al investigador le resultan importantes, este procedimiento puede ser manual o con ATLAS.ti. Estos segmentos de información podrán ser clasificados y organizados mediante una etiqueta o nombre que será el código. Al identificar información relevante mediante la segmentación y creación de códigos se va dando la "reducción de datos". La reducción permite continuar el análisis enfocándose sólo en información específica a ciertos aspectos buscados en las entrevistas, sin necesidad de manejar grandes volúmenes de información.

Cabe señalar que el análisis llevado a cabo en esta etapa está determinado por la teoría y el paradigma de codificación que sustenta su investigación. Por ejemplo, pueden existir códigos que se determinan a partir de narrativas, de análisis de contenido, de etnografía, entre otras. Sin embargo el punto común es que todos los investigadores tendrán a partir de su análisis una lista de códigos o libro de códigos y un conjunto de anotaciones o memos al respecto. Conforme se realiza el análisis, la naturaleza de los códigos va cambiando puesto que en la búsqueda de generalizar los hallazgos que se van encontrando, los códigos pueden irse modificando cualitativamente; pueden redefinirse. Por ejemplo, en un primer momento del análisis los códigos suelen ser descriptivos, identificando características; pero en otro momento del análisis el investigador puede percatarse si existe un código que no es adecuado y entonces puede recodificar creando nuevos códigos o refinando los códigos ya existentes.

Una recodificación supone una reorganización de la información en una forma más compleja pues permite ubicar otros elementos en la información no considerados previamente, también posibilita comparar otra información. La recodificación es un proceso cíclico que se da poco a poco conforme el investigador va identificando relaciones y conexiones que respondan al fenómeno estudiado. Estos "niveles" de codificación son los que en el caso de la Teoría Fundamentada se identifican como: codificación abierta, codificación axial y codificación selectiva.

B. Etapa de Identificación de Relaciones

Al encontrar una relación el investigador construye una afirmación a manera de una proposición a comprobar, para lo cual emplea la estrategia analítica de comparación mediante la identificación de patrones, observando características comunes. Puede emplear análisis de contexto o identificando diferencias; de forma que el investigador vuelve a revisar los datos y códigos buscando la relación en todos los casos y comprobar si la afirmación que ha propuesto se cumple. Aquí se presenta la codificación axial o codificación de segundo ciclo realizada con la intención de generalizar, esto implica una mayor comprensión y abstracción.

En esta etapa algunos casos los participantes emplean de manera opcional una tabla de categorías elaborada en Microsoft Excel o Word, donde tienen dos columnas: categoría y subcategorías o códigos. Es un formato de tabla y lo emplean tanto para entrevistas individuales como para grupos focales. Esto les permite identificar las relaciones que les interesa explicar o aquellas que pueden encontrar en los datos.

Cuando se establecen relaciones es posible representarlas, pues se trata de datos que al estar relacionados pueden agruparse. Si al descubrir una relación el investigador la enuncia de manera lógica como por ejemplo: "pertenece a", "es parte de", "está relacionado con", "es una consecuencia de", "forma parte del contexto" u otras afirmaciones formuladas por el investigador, pueden ser representadas ya sea escribiéndolas o empleando alguna herramienta gráfica como puede ser un mapa conceptual. De tal forma que cuando el investigador es capaz de establecer una relación entre objetos y decir qué tipo de relación está ocurriendo, se puede iniciar el mapa conceptual.

C. Etapa de Planteamiento de preguntas

El planteamiento de preguntas está presente en cada una de las etapas del procedimiento de MCAC pues el objetivo central del análisis es dar respuesta a una pregunta principal que permita explicar o predecir el fenómeno que se estudia. Sin embargo, no se trata solo de la pregunta rectora o principal en la investigación sino que para dar respuesta a la misma pueden ir surgiendo a lo largo del análisis diversas preguntas que se cuestiona el propio investigador. En algunos casos podrán ser preguntas que ayuden a identificar patrones, a establecer relaciones, a comprender alguna relación particular, entre otras. Estas preguntas permiten continuar con cada etapa y determinarán el propósito del mapa conceptual en este procedimiento, pues por ejemplo al tratar de dar respuesta a alguna pregunta subsidiaria de la investigación entonces podrán tenerse mapas subsidiarios los cuales podrán ser tan limitados o complejos de acuerdo al momento de análisis en que se realicen.

Como etapa previa al mapeo conceptual se ha encontrado necesario partir del planteamiento de preguntas ya que éstas determinan lo que se quiere representar. El mapa conceptual se realiza a partir de una pregunta que define el concepto principal y los subconceptos logrando una jerarquía conceptual. Dicha pregunta que elabora el investigador al hacer su mapa es llamada pregunta de enfoque

La elaboración del mapa conceptual se inicia con una pregunta, bajo la técnica del mapa es la pregunta de enfoque y determinará el concepto principal. En este procedimiento la pregunta puede ser la pregunta de investigación que, como señala Maxwell (2013), va refinándose a lo largo del análisis y puede responderse mediante un mapa final e integrador. También puede ser una hipótesis, tema o pregunta subsidiaria que ayude a esclarecer las relaciones encontradas y que den como resultado mapas subsidiarios. Puede haber preguntas descriptivas que dan origen a un mapa conceptual descriptivo que forme parte de un sistema de preguntas. La pregunta del mapa supone ciertos conceptos. Dependiendo del propósito del mapa éste puede iniciar libremente e ir integrando códigos existentes y conceptos existentes o nuevos.

D. Etapa de Mapeo Conceptual

La elaboración del mapa conceptual requerirá inicialmente la definición de la pregunta de enfoque que se ha comentado en la etapa previa. El mapa conceptual contendrá conceptos y códigos a partir de la definición de lo que se desea mapear. Estos conceptos y códigos son diferentes entre sí, su principal diferencia es que los códigos son derivados de los datos empíricos, generalmente son códigos descriptivos, mientras que los conceptos se derivan de otros conceptos o de una abstracción mayor. Debe recordarse que el mapa *per se* no requiere la existencia de códigos, en este caso se usan códigos porque forman parte del proceso de análisis bajo el método estudiado.

En los mapas conceptuales que emplean este procedimiento se puede apreciar que los conceptos provenientes de los códigos de las entrevistas generalmente se encuentran en la parte inferior del mapa, como conceptos descriptivos y en la parte superior conceptos de vinculación con la teoría, representando estos una jerarquía mayor. Este orden jerárquico de conceptos implica un proceso de ganancia de comprensión.

El proceso de elaboración del mapa conceptual plantea un curso recursivo. De la misma forma que existen ciclos analíticos en la codificación también en el mapeo hay ciclos que están determinados por diferentes circunstancias de la propia etapa de mapeo como puede ser: modificar o refinar la pregunta de enfoque, o al incluir conceptos no considerados antes, precisar las palabras de enlace, o bien, estableciendo jerarquías diferentes.

Adicionalmente el mapa puede ser re-elaborado por cambios que deban realizarse en otras etapas de este procedimiento. Esto se debe a que el mapa conceptual al permitir revisar las relaciones y afirmaciones establecidas también puede facilitar el notar errores o ajustes que deban realizarse por ejemplo al darse cuenta de códigos no considerados o que deban ajustarse, esto implicaría regresar a la etapa de codificación y recodificar como sea necesario continuando con las siguientes etapas del procedimiento. Por tanto, el procedimiento de mapeo aquí estudiado es susceptible de repetirse tantas veces como se modifique el sistema de códigos por la incorporación, borrado o modificación en la codificación o mientras existan preguntas a responder en la investigación. En los casos reportados la elaboración y reelaboración del mapa se ha realizado con ayuda del software CmapTools que facilita al investigador esta tarea permitiéndole guardar diferentes versiones del mapa.

Cada mapa elaborado forma parte de una organización de acuerdo con la intención del investigador, esto es, cada mapa terminado y seleccionado como versión final puede formar parte de un grupo de mapas temáticos desprendidos de categorías, o también pueden formar parte de diversos mapas que representan un modelo de conocimiento. El mapa conceptual se da por terminado cuando teniendo claridad en la pregunta de enfoque el investigador sabe que se ha codificado de una manera tal que le permite detectar los hallazgos que responden a su investigación llegando a la conclusión de escribir el reporte final o en el peor de los casos de haber realizado una recolección de datos errónea.

E. Revisión y Comparación

Una vez que se ha elaborado el mapa se procede a su revisión y la comparación para contrastar el contenido y significado del mapa con otros elementos. El mapa se puede comparar con los códigos, con otros mapas, las relaciones, la jerarquía. La revisión y comparación se realiza como una forma de verificar las afirmaciones establecidas en el mapeo con respecto a los testimonios de las entrevistas.

Esta tarea implica estar revisando cada elemento que conforma el mapa verificando que existan las relaciones identificadas, niveles de jerarquía, conceptos no repetidos ni ausentes, revisión de notas, entre otros. En esta revisión debe considerarse que algunos códigos previamente establecidos no necesariamente se utilizan en un mapa, esto depende de la pregunta de enfoque. También debe tenerse presente que existen conceptos que no siempre tienen como origen un código, pueden ser conceptos que permiten organizar y que no tienen asociado un segmento de entrevista.

Adicionalmente a la revisión del mapa se verifican sus proposiciones comparando las proposiciones con respecto a los datos de las entrevista como una estrategia analítica de verificabilidad. Para esta tarea se da un seguimiento de la proposición a partir de las notas, las relaciones, los conceptos, los códigos involucrados y la raíz de dichos códigos y/o conceptos, esto implica revisar el segmento de entrevista que dio origen a cada código empleado en el mapa. Las investigaciones con grandes volúmenes de información pueden exigir al investigador realizar tareas adicionales como estrategias de revisión durante esta etapa debido a que no existe una conexión directa entre el mapa conceptual y las transcripciones de entrevistas.

4 Conclusiones

Los mapas conceptuales tienen diferentes funciones dentro de la investigación cualitativa, en el caso estudiado se emplea para dar soporte a las estructuras proposicionales que se desarrollan ya sea en la formulación de preguntas o hipótesis de trabajo en el análisis de los datos o en el proceso de integración. Aunque pudiesen existir variaciones en la representación el procedimiento es consistente ya que el mapeo es el módulo central de este procedimiento. También cambiará cualitativamente el mapa a partir de su propósito. "Para qué se utiliza" y "para qué se hace" cambiará lo que represente, por ejemplo que represente narrativas, o que se base en representaciones sociales puede dar pie a mapas con contenido y jerarquía diferente pero el procedimiento empleado como técnica MCAC es el mismo.

El procedimiento MCAC, dependiendo del propósito y momento de la investigación, puede repetirse tantas veces como se considere necesario, obteniendo diferentes tipos de mapas, por ejemplo, pueden tenerse "mapas subsidiarios" donde las preguntas de enfoque corresponden a las preguntas subsidiarias propias de la investigación, o mapas descriptivos sobre temas que el investigador requiere organizar analíticamente para comprender de una mejor forma el fenómeno a partir de categorías centrales y también pueden tenerse como ejemplo mapas integradores que pueden implicar mapear problemáticas que forman parte de una estructura de preguntas que buscarán dar respuesta al fenómeno estudiado.

Una variación en el procedimiento depende de si el mapa es para uso personal del investigador o es dirigido a para otros, esto significa que la elaboración del mapa puede orientarse a pensar, reflexionar, o para comunicar ideas entre equipos entre otras posibilidades. En este estudio nos enfocamos en el procedimiento general porque se pretende que este análisis pueda ser socializado para su empleo en el análisis cualitativo y que facilite la transparencia en el proceso de investigación. Cabe mencionar que este procedimiento MCAC que se ha abordado está orientado a la construcción de teorías y a construir relaciones que están determinadas de acuerdo a un enfoque teórico porque el enfoque da los elementos para construir el problema y el lenguaje con el que se busca entenderlo.

Los resultados de esta investigación brindan las perspectivas:

1. En el campo de la metodología donde se da cuenta del procedimiento. Permitiría conocer más sobre los métodos utilizados, formas distintas de hacer el análisis, la codificación, mapeo, integración, representación, integración y teorías.
2. En el campo de mapas que da cuenta del uso que se da al mapeo y la rigurosidad en su empleo. Esto permitiría conocer más sobre las técnicas de representación, métodos de construcción, aplicaciones, herramientas. En la literatura se observó que existe gente que ha empleado para el análisis cualitativo y podría preguntarse cómo han resuelto algunas limitaciones del mapa.

Así mismo resulta importante documentar y socializar el conocimiento que tiene origen en comunidades especializadas en las que ciertas tareas resulten obvias pero que al ser explicitadas permiten a otras comunidades conocer y emplear otros métodos de análisis que puedan resultar de utilidad.

Adicionalmente brinda lineamientos para ser considerados en investigaciones de mayor alcance que permitan desarrollar un software de tipo cualitativo que apoye directamente la vinculación de estas actividades al ser necesarias para los investigadores, como ha ocurrido en otros momentos donde comunidades específicas de investigación han desarrollado software que apoya a los procesos de codificación y la categorización.

5 Reconocimientos

Este trabajo forma parte de una investigación de mayor amplitud dentro del proyecto de maestría en investigación educativa bajo el nombre de Procedimiento de Mapeo Conceptual para el Análisis Cualitativo: Propuestas para su soporte tecnológico. Se agradece el apoyo de CONACYT, becario 487390.

Referencias

- Aguilar Tamayo, M. M. H., Virginia. (2010, 2012). *emaptools y el análisis cualitativo de datos. métodos y procedimientos*. Paper presented at the Fourth Int. Conference on Concept Mapping, Viña del Mar, Chile.
- Butler-Kisber, L. (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).
- Crandall, B., Hoffman, R. R., & Klein, G. A. (2006). *Working minds : a practitioner's guide to cognitive task analysis*. Cambridge, Mass [u.a.]: MIT Press.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (third ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Daley, B. (2004). *Using Concept Maps in Qualitative Research*. Paper presented at the First Int. Conference on Concept Mapping, Pamplona, Spain. <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-060.pdf>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2000). The Discipline and Practice of Qualitative Research. En *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Fine, G. A., & Deegan, J. G. (1996). Three principles of Serendip: insight, chance, and discovery in qualitative research. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 9(4), 434-447. doi: 10.1080/0951839960090405
- Flick, U. (2007). Editorial Introduction. In G. R. Gibbs (Ed.), *Analyzing qualitative data*. Los Angeles: SAGE.
- Gangas, P. (2007). Análisis cualitativo con Atlas. ti y su uso para la elaboración de mapas conceptuales *Herramientas: revista de formación y empleo*, 92, 5-12.

- García Félix, E. G. L., Bernardo; Ábalos Galcerá, Ana; Almerich Cerveró, Gonzalo. (2012, 2012). *Investigación Educativa: Análisis de entrevistas con mapas conceptuales*. Paper presented at the Fifth Int. Conference on Concept Mapping, Valleta, Malta.
- García, O. M., Virginia, Aguilar, Manuel. (2004). *Mapas conceptuales aplicados al análisis de discurso de grupos en la universidad*. Paper presented at the First Int. Conference on Concept Mapping, Pamplona, Spain. <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-214.pdf>
- Holm, I. (2006). *Ideas and beliefs in architecture and industrial design: how attitudes, orientations, and underlying assumptions shape the built environment*. Oslo: Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo.
- Kelle, U., Prein, G., & Bird, K. (1995). *Computer-aided qualitative data analysis : theory, methods and practice*. London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- 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.
- Kinchin, I. M. S. M., David; Hay, David. (2010). Using Concept Mapping to Enhance the Research Interview. *International Journal of Qualitative Methods*.
- King, A. (2010). 'Membership matters': applying Membership Categorisation Analysis (MCA) to qualitative data using Computer-Assisted Qualitative Data Analysis (CAQDAS) Software. *International Journal of Social Research Methodology*, 13(1), 1-16. doi: 10.1080/13645570802576575
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design : an interactive approach*. Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications.
- Miller, D. M., Wiley, D. E., & Wolfe, R. G. (1986). Categorization Methodology: an Approach to the Collection and Analysis of Certain Classes of qualitative Information. *Multivariate Behavioral Research*, 21(2), 135.
- Montero-Hernandez, V. (2010). *The construction of professional identity and pathways of participation of full time faculty members in university restructuring in Mexico*. (PhD), University of California, Riverside, Riverside.
- Montero-Hernandez, V., & Levin, J. S. (2012). Work Context in a Public State University in Mexico University Restructuring and the Reconfiguration of Faculty Members. *Journal of Hispanic Higher Education*.
- Moon, B. e. a. (Ed.). (2011). *Applied concept mapping : capturing, analyzing, and organizing knowledge* (Vol. xl). Boca Raton , Fl.: CRC Press.
- Pastor, L. C., Ricardo; Chrobak, Erika; Ponzoni, María Elena; Barraza, Patricia; Rodriguez, Gabriela. (2012, 2012). *Investigación cualitativa: Mapas Conceptuales generados a partir del software Atlas.TI y el aprendizaje significativo de los investigadores*. Paper presented at the Fifth Int. Conference on Concept Mapping, Valleta, Malta.
- Ryan, G. B., H. Russell. (2000). Data management and analysis methods. In N. K. L. Denzin, Yvonna S. (Ed.), *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Saldana, J. (2010). *The coding manual for qualitative researchers*. Los Angeles: SAGE, .
- Seidel, J. K., Udo. (1995). Different functions of coding in the analysis of textual data. In U. Kelle (Ed.), *Computer-aided qualitative data analysis : theory, methods and practice* (pp. 52-61). London; Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Seidman, I. (2013). *Interviewing as qualitative research : a guide for researchers in education and the social sciences*. New York: Teachers College Press.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (2002). *Bases de la investigación cualitativa : técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundada*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquía, Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquía.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (2012). *Bases de la investigación cualitativa : técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundada*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquía, Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquía.
- Tesch, R. (1990). *Qualitative research : analysis types and software tools*. New York: Falmer Press.
- Zanting, A. V., Níco; Vermunt, Jan. (2003). Using interviews and concept maps to access mentor teachers' practical knowledge. *Higher Education*, 46.
- Zermeño, A. A., Aideé; Ramírez, Vanessa. (2005, 2005). Redes semánticas naturales: Técnica para representar los significados ... *Estudios sobre las culturas contemporaneas, XI*, 305-334.

RELATOS DIGITALES: USO DE MAPAS CONCEPTUALES CON COMERCIOS LOCALES PARA FOMENTAR LA FORMACIÓN DE LOS GESTORES EN EL COMERCIO DE PROXIMIDAD CON INGURALDE EN BARAKALDO

*Nuria Barandalla & Miren Tobalina, Inguralde Barakaldo, País Vasco
Julen Iturbe-Ormaetxe Consultor Artesano Bilbao, Univ. Mondragon
Naiara Pérez de Villareal Digitalde Galdakao, País Vasco
Josi Sierra BN Bilbao, Dpto. Educación País Vasco
Email: josieror@gmail.com*

Resumen. Los Relatos Digitales con experiencias exitosas de comerciantes que comparten su conocimiento, en un proyecto para fomentar el comercio local en Barakaldo, utilizando, entre otras herramientas de comunicación y producción, los mapas conceptuales en diferentes momentos del proceso. En el producto final, 8 videos sobre la gestión en comercios del municipio, se utilizan un mapa como resumen-presentación de todo el proyecto, y uno para cada comercio, resumiendo las partes fundamentales del vídeo.

Palabras Claves: Mapas Conceptuales, Comercios, Presentación de conocimiento

1 Introducción

Desde la empresa Inguralde de Barakaldo, promotora del proyecto, se buscaba ofrecer un sistema de información desde la administración pública para los comerciantes se vean beneficiados de las posibilidades de Internet y las tecnologías emergentes.

Se pretendía salir del día a día y se contó con personas profesionales que utilizaba Internet y las herramientas comunicativas de la red con un objetivo productivo, tanto para las empresas como las personas; por ello se acudió al el consultor artesano Julen Iturbe-Ormaetxe, sabiendo que las NNTTs nos iban a ayudar; y servir para la formación del pequeño comerciante.

1.1 ¿Por qué Relatos digitales?

Se tenía la convicción de que el vídeo-relato ayudaría a contar las historias de los comerciantes para que otros se vean reflejados y aprendan a ser más competentes: se buscó un par de comercios inicialmente en los que la innovación era palpable: la Librería Milo's y la Peluquería Ana Morgado, para que contaran su historia, su trayectoria, y lo que hacían en su negocio de una manera sintética; el objetivo era compartir el conocimiento de personas con experiencia acumulada en los comercios de Barakaldo, en que se viese reflejado el comerciante de la ciudad.

1.2 Prototipado

Estos dos casos sirvieron para elaborar un **prototipo** del proyecto: para ordenar la narración (lo que luego llamaríamos “**el carrito del comerciante**”) y detectar los elementos que pudieran servir para otros comercios, decidiendo un esquema común para las entrevistas (recogidos en la Figura 1).

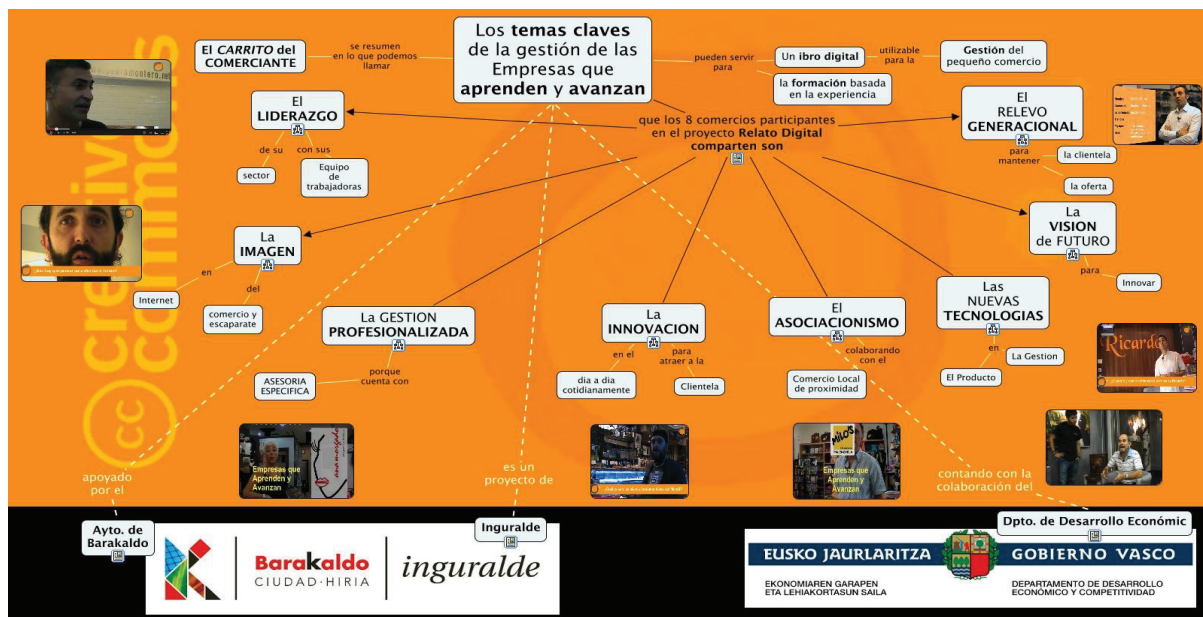


Figura 1: Elementos claves de la gestión del comercio de proximidad, denominados “el carrito del comerciante” en los Relatos Digitales

3 El Carrito de la Gestión

En los comercios generalmente no eran conscientes de que sería necesaria la **gestión**; pero en la práctica hay una manera de llevar el negocio con un alto nivel, que se puede equiparar a lo que se aprende en los cursos de gestión de la universidad de Harvard: las competencias del comerciante, las técnicas y personales que necesita un comerciante diariamente. Hay que decir que no todos tienen todas, pero analizando su trabajo se ve que todos **comparten** bastantes elementos.

Conociendo los negocios y los hitos de su gestión desde Inguralde se iban buscando esos elementos del conocimiento tácito para que se hicieran explícitos, por medio de las entrevistas. Y no es necesario decir que se buscaba la complicidad del comerciante, que sintieran los relatos como propios, y de esta manera animar a que entren en la web del proyecto, y se ponga la gestión al alcance del resto de comerciantes (véase representación estructurada en la Figura 1).

4 Tipología de relatos

Los vídeos contienen de dos tipos de relatos:

1. la historia del comercio
2. las diferentes visiones sobre la gestión del comercio

La propuesta inicial era realizar una decena de vídeos, de la que finalmente se han hecho públicos 7:

- una historia por cada comercio con una duración aproximada de 10 minutos y
- Varias secciones que explican los elementos fundamentales de su gestión; no en todos los casos aparecían todos, sino que cada comerciante y su relato se iba acomodando a la trayectoria personal e histórica del comercio en cuestión

En algunos casos se han entresacado también lo que llamamos “balas de plata” unas frases cortas con ideas-fuerza, que por su alto potencial comunicativo de valores o propuestas movilizadoras de cambio; eran breves vídeos de 30 a 60 segundos con gran fuerza pedagógica y alto potencial comunicativo.

5 Los contenidos y el proceso de trabajo

El equipo de Inguralde selecciona y contacta con los comercios más adecuados, facilitan un pre-guion con los elementos esenciales de cada comercio, los contenidos a incluir en cada video, así como las características fundamentales de ese comercio/comerciante a recoger en la entrevista.

El equipo de realización graba, minuta la entrevista y edita el vídeo, con la historia por un lado y las 5 balas de plata, que en modo “sin clasificar” pueden verse en Youtube, para obtener el visto bueno de Inguralde o sugerir las correcciones pertinentes. Una vez concertado el contenido definitivo Digitalde entrega un DVD por cada comercio, que Inguralde pueda dar a la persona entrevistada.

Al final de las 10 entrevistas Digitalde entrega las 10 historias EN SOPORTE DIGITAL y las balas de plata, finalizando el proyecto con los vídeos presupuestados. Los vídeos intentan conjugar dos vertientes:

- La **profesional** en cuanto que hablamos de innovación, competencias etc. y
- lo **personal** para dar un toque cercano a lo que se cuenta y añadir la credibilidad de ver y oír al comerciante hablando en primera persona.

La idea es que la video-entrevista fuese inspiradora para otras personas, es decir que, viendo al entrevistado se refleje en él/ella e intente asumir las competencias "formas de ver la vida" etc. movilizándolo/cambiando algo en su día a día en su comercio.

5.1 Personas participantes

Además de las 2 técnicas de Ayto arriba citadas, han colaborado varios consultores en temas de comercio y gestión de empresas, así como especialistas en la comunicación y gestión de la información en las redes sociales: Naiara Perez de Villareal, David Sanchez Bote & Julen Iturbe: En el proyecto Relatos Digitales con Empresas que aprenden y avanzan han sido entrevistadas las siguientes:

- Carnicería Ricardo
- Moda meridiano
- Librería Milo's Valenciaga
- Peluquería Morgado
- Bar Mendi
- Peluquería Pedro Montero
- Ladrero Fotografos
- Sastrería Martín

En la Figura 2 quedan recogidos todos los comercios participantes con enlaces a cada uno de los relatos. En todos los casos, los mapas apuntan a los puntos exactos de visionado en los que se encuentran las frases o temas reseñados.

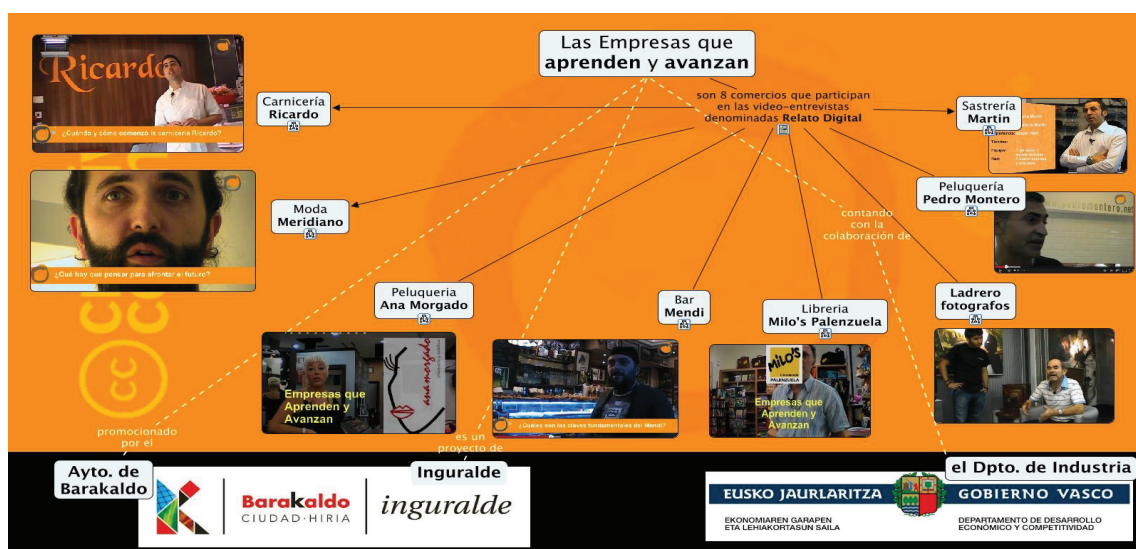


Figura 2: Mapa general resumen de toda la producción de la iniciativa Relatos Digitales.

5.2 Las Competencias del Promotor de un comercio

En resumen se puede decir que en un negocio innovador

1. tiene que tener **visión** de lo que sucede alrededor (el mercado): invertir, hacer cambios: personas inquietas

2. capacidad de **cambio**, de no pararse, de estar al día
3. buenos escuchadores, a escuchar y aprender de otros, siendo receptivos
4. Invertir: poner la carne en el asador, reinvertir en el negocio, mantener vivo, fresco
5. Formación: incorporar nuevas tendencias, nuevas modas
6. Adaptarse a los cambios de manera rápida
7. Crear equipo: sembrar y motivar a quien tienen a su lado, fortalecer el negocio

5.3 Empendizaje

Al final de las entrevistas se les pedía algunos consejos para los nuevos comerciantes, para la gente joven que quisiera comenzar con un negocio: esta era una manera de dar valor al comercio, buscando la transferencia de conocimiento por medio de estos consejos de los actuales.

6 El comerciante

Ha sido en todo momento el objetivo del proyecto ha sido que tanto quienes han participado en el relato, como quienes los escuchan:

- se sientan **bien tratados** (mimados incluso) y otorgar un reconocimiento a las personas que cuentan las historias: animar y cuidar; el video, con las imágenes de los comercios y su gente, dice lo que “tú eres” en Internet (Fig 3)
- que sirva como elemento pedagógico para quienes las escuchan (Fig 4 un comercio muy innovador) siendo la tarjeta de presentación de ese comercio en la red.

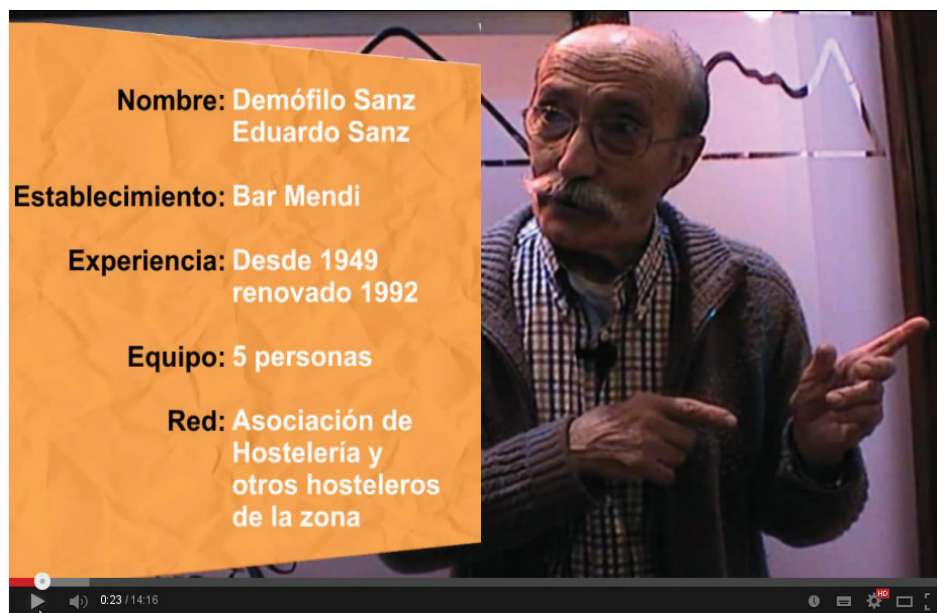


Figura 3: Ficha identificativa de un comercio, incluida al comienzo de cada relato: p.e. el Bar Mendi.

7 ¿Qué nos aportan los mapas?

A lo largo del proceso se han utilizado diferentes herramientas web 2.0 para estar conectados y trabajar colaborativamente entre las personas implicadas; destacamos un site integrando diferentes elementos del ecosistema Google, documentos compartidos en Google Drive, donde escribir colaborativamente en línea, vídeos ocultos y privados en youtube como elemento para minutar, re-elaborar guiones y preparar ediciones de los vídeos definitivos etc. En este conjunto de herramientas los mapas conceptuales se han usado en varios momentos.

Por ejemplo aquí vemos el mapa utilizado como resumen de una reunión durante el proceso de definición de los vídeos.

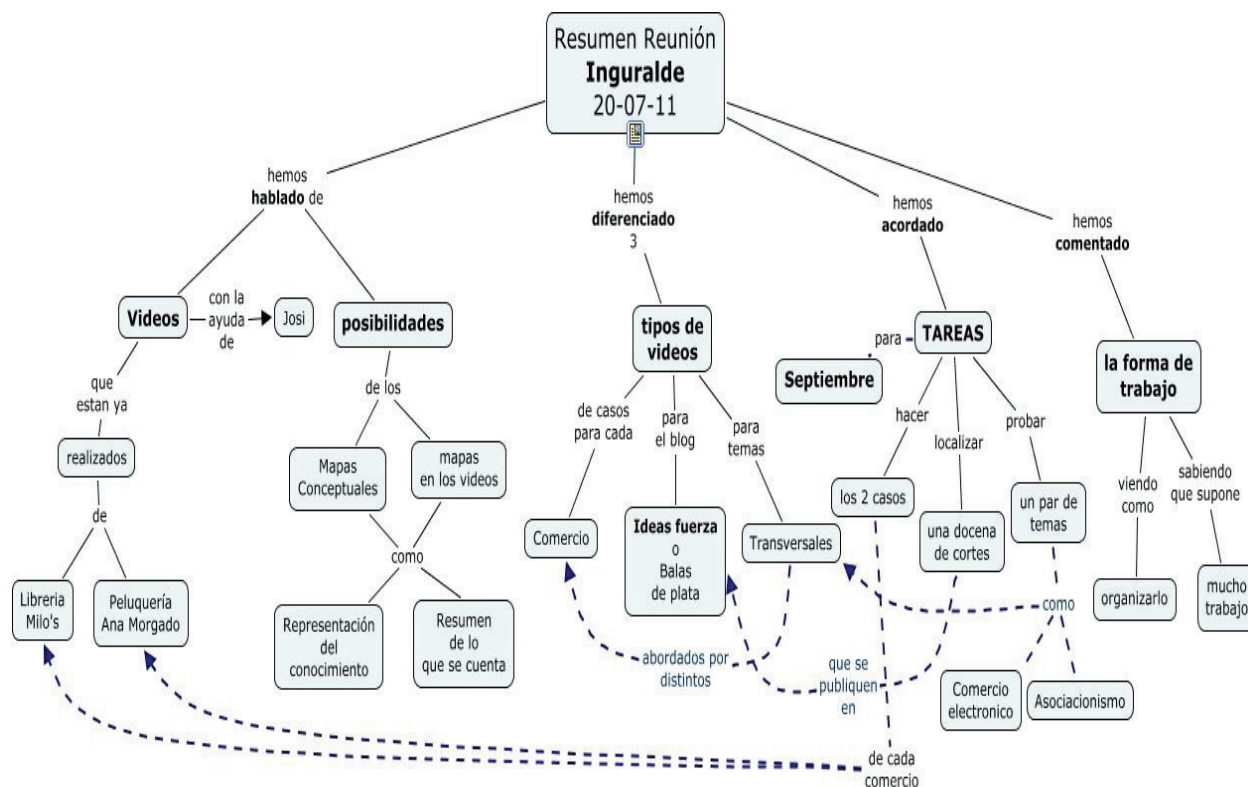


Figura 4. Mapa resumen de la reunión celebrada para definir los Relatos Digitales y el proceso de trabajo.

Pero su mayor **funcionalidad** se ha visto para resumir *en un solo golpe de vista* los elementos de cada relato digital: a modo de un *timing-guia visual*. Las características que podemos destacar son:

- Representan visualmente las ideas y resumen los relatos de
- Permiten las uniones a puntos concretos del relato
- El golpe de vista te ayuda a construir el conocimiento explicitado al completo
- Se entiende más fácilmente

En resumen podemos afirmar que los mapas conceptuales usados en este proyecto sirven para aprender y entendernos más rápido y comunicarnos más efectivamente con las personas receptoras de la información.



Figura 5. Ficha de la innovadora Carnicería Ricardo, un vídeo muy visitado en el canal de Inguralde, acumulando más de 1000 visitas.

7.1 Los mapas de los videos

Tras varios años de colaboración con **Inguralde**, y teniendo en cuenta su interés por conectar con los comerciantes y compartir conocimiento podemos decir que:

- los vídeos son un buen medio de **comunicación** de ideas y propuestas, que sirven para la formación de las personas que gestionan los comercios de proximidad, entre los que están los recogidos en la Tabla 1
- los mapas conceptuales ayudan a **organizar** las ideas expresadas en los relatos
- las posibilidades de Cmp Tools y su combinación con las herramientas de Youtube hace más **eficaz** la búsqueda de las frases potencialmente más valiosas para la formación.

Tabla 1: Comercios y temas abordados en el total de los 8 relatos digitales

Comercio	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4	Tema 5
Carnicería Ricardo	inicios	Tendencias	Clientela	asociacionismo	aprendizaje
Zapatería Meridiano	inicios	gestión	relación con clientela	visión de futuro	
Ana Morgado	trayectoria	clientela	estrategia	equipo	profesión
Bar Mendi	historia	gestión	clientela	otros comercios	visión de futuro
Librería Milo's	comienzos	evolución	posicionamiento	escaparate	asociacionismo
Ladrero Fotógrafos	inicio	relevo generacional	innovar	estilo	
Pedro Montero	inicios	gestión	clientela	futuro	
Sastrería Martín	adaptación a cambios	relevo generacional	relación con clientela	asesoramiento personalizado	relación con otros comercios

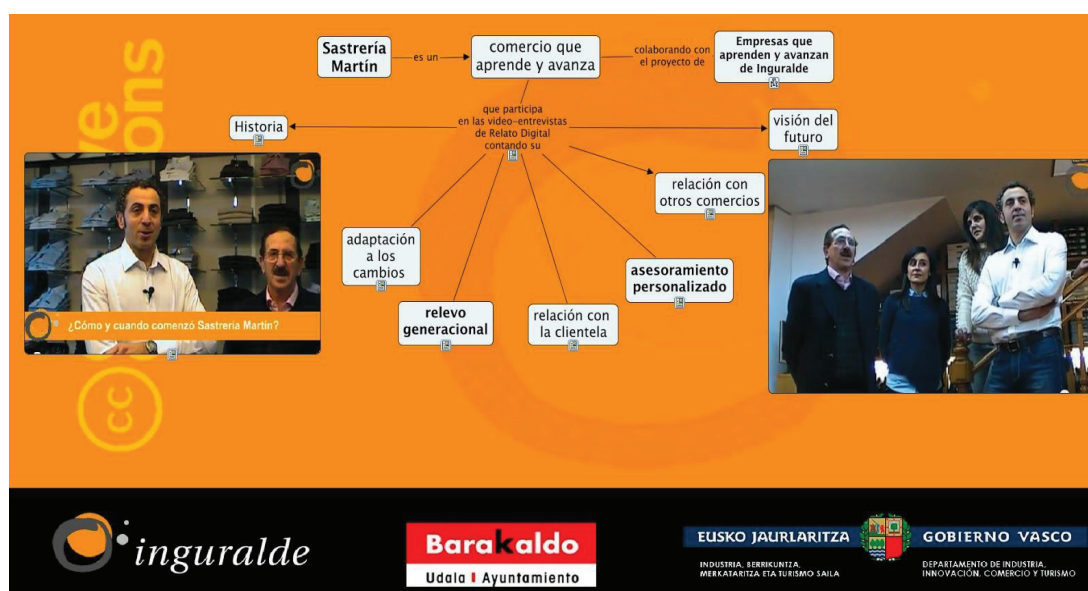


Figura 6. Ejemplo de mapa conceptual de un comercio, la Sastrería Martín, con acceso específico, mediante link, al segmento específico de cada apartado del relato digital.

8 En Resumen: ¿Qué hemos aprendido para la formación del pequeño comerciante?

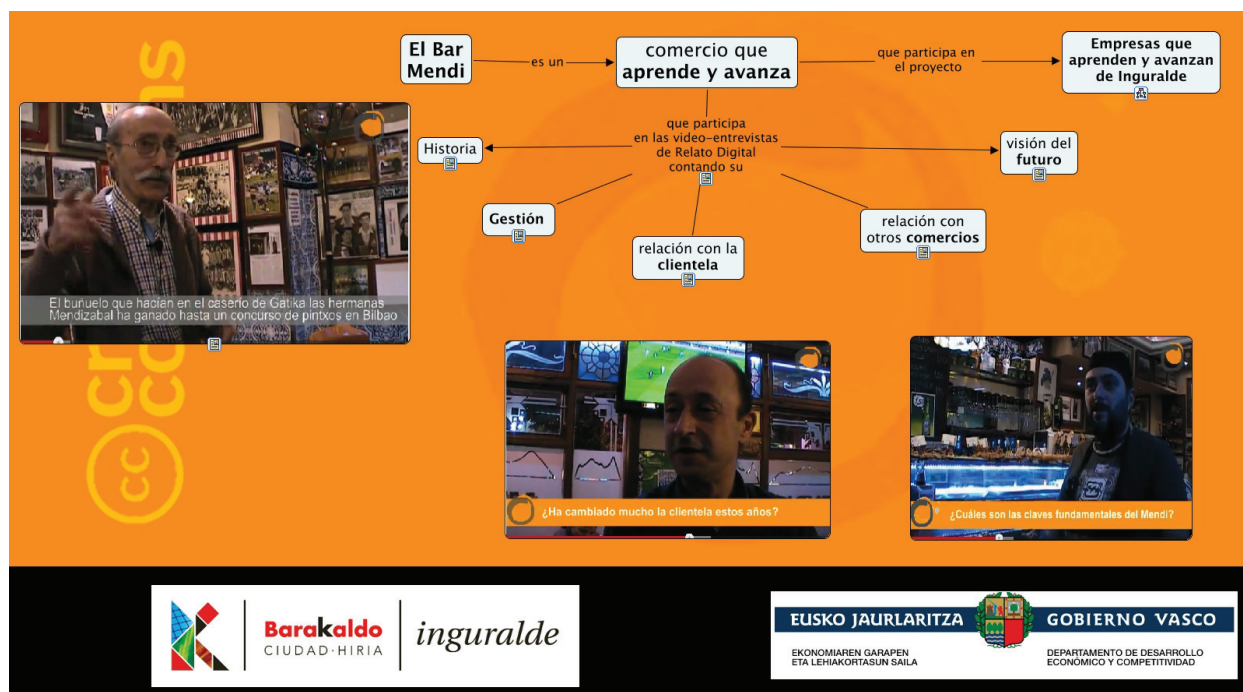
El Introducir los **organizadores visuales** (mapas conceptuales en este caso) en la formación de con nuevas metodologías para el aprendizaje y formación en la gestión de nuevos empresarios creemos que es un **avance** importante; hay que señalar que en la mayoría de los casos estos *gestores de su propio negocio*, no tiene estudios específicos de gestión, sino son artesanos y especialistas en su oficio o sector. En muchos casos, la formación académica de gestión se basa en metodologías que chocan frontalmente con su condición de pequeño empresario, que no tiene tiempo para dedicar a la formación debido a su práctica cotidiana comercial.

El **vídeo** como soporte de los relatos, parece ser una herramienta **práctica** y que consigue transmitir y generar emociones en quien la ve, con gran facilidad para comunicar: el instrumento se demostró que era adecuado, pero la **historia** era clave: es decir, el RELATO que es necesario preparar, estructurar y re-presentar adecuadamente para que sea entendido y bien recibido.

Los mapas ayudan a buscar, organizar y localizar precisamente las piezas informativas que queremos comunicar a nuestra audiencia potencial: en la Figura 6 vemos el de un comercio con sus contenidos linkados específicamente.

Finalmente el **libro digital de la gestión del pequeño comerciante**, que hemos pretendido *prototipar* en este trabajo, para la formación basada en la **experiencia** contada mediante estos storytelling, puede ser un instrumento generalizable a otros ámbitos geográficos: cuando te lo cuenta un igual, una persona de carne y hueso como tú, gana en credibilidad y aumenta el aprendizaje significativo: un buen ejemplo es el del Bar Mendi, en la Figura 7. Podemos decir que la formación a través de la experiencia es más valiosa, ya que el aula, como lugar de aprendizaje, suele ser hostil para el pequeño empresario.

Figura 7. Ejemplo de mapa conceptual del **Bar Mendi**, con link, a los diferentes apartados del relato digital.



Reconocimientos

El ayuntamiento de Barakaldo y el Dpto de Desarrollo Económico y Competitividad (anteriormente denominado Industria) han colaborado con Inguralde en esta iniciativa.

Referencias

Wiki de Inguralde para el Diseño y Puesta en Marcha de un Sistema de Información para Empresas Urbanas <http://inguralde-sieu.wikispaces.com/>

Inguralde: Organismo para fomentar el empleo, el emprendizaje y la actividad empresarial del Municipio de Barakaldo: <http://www.inguralde.com/web/>

Canal de Youtube de Inguralde (lista de reproducción <https://www.youtube.com/playlist?list=PL4864793745D12D12>)

Mapa de inicio de los Relatos Digitales de empresas que aprenden y avanzan http://cmapserver.unavarra.es/rid=1L8HTSDK3-1DWL60-2ML/Empresas_que_aprenden_y_avanzan.cmap

Iturbe-Ormaetxe Julen Consultor Artesano <http://blog.consultorartesano.com/>

Mapa-Resumen de las reuniones celebradas (ejemplo) recogido en un mc y en video-relato: <http://cmapserver.unavarra.es/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1JNGN2DG6-137BDMJ-26X&partName=htmltext>

Pérez Villareal, Naiara consultora artesana y productora de Digitalde: <http://digitalde.net>

Sánchez Bote David: explorador de territorios de Inteligencia Colectiva <http://dsanchezbote.com/>

REPORT ON THE COLLECTIVE EFFECTS OF CONCEPT MAPPING ON LEARNING OUTCOMES OF STUDENTS IN A NUCLEAR MEDICINE TECHNOLOGY RADIATION SCIENCE COURSE

Gregory Passmore, PhD, Georgia Regents University, USA
Email: gpassmor@gru.edu

Abstract. Advances and complexities in the field of Nuclear Medicine require that Nuclear Medicine Technology (NMT) students move away from a dependency on memorization and learn with a meaningful understanding of the discipline's principles. NMT educators in a baccalaureate level NMT program tested both resident and distance learning students to determine if students perform better on a final examination when traditional instruction on radiation science concepts is supplemented with the metacognitive learning strategy of concept mapping. Two separate, quasi-experimental, 2 group comparative investigations were conducted. The first investigation compared outcomes from 2 resident student groups separated by time but matched on SAT scores. The second investigation compared 2 distance learning student groups separated by time but equalized on NMT program admission criteria. Treatment and control groups both received traditional expository lecture, homework, and conformational laboratory experiences with standard question- answer remediation opportunities. Concept mapping was used as the added metacognitive learning intervention for both investigations' treatment groups, leading to misconception identification and remediation interactions between the instructor and the student. Resident student group comparisons demonstrated significantly greater mean performance scores for the concept mapping group compared to the control group ($p = 0.0244$). ANOVA to test the effectiveness of the SAT as a predictor of course performance for concept mapping groups stratified by the SAT score indicated significant differences ($p = 0.0240$) for low and moderate range SAT score concept mapping groups when compared to the mean performance scores for the non-concept mapping group, but noted no differences for high SAT score students. Total effect size between resident mapping and control groups was large (1.83). Distance student group comparisons demonstrated a significantly greater median final examination score for the concept mapping group when compared to the median final examination score for the non-concept mapping group ($p=0.0415$), with an appropriately large effect size (1.10). In an attempt to describe the collective outcomes from both of these inquiries, the mean control group mean score was compared to the mean concept mapping group mean score of using a t-test and effect size. The difference between the mean group mean scores was statistically significant ($p=0.0005$) with a large effect size ($ES=1.2$), indicating that the concept mapping learning intervention groups collectively performed better in the radiation science course when compared to traditionally taught student groups. These outcomes demonstrate that concept mapping is an effective meaningful learning intervention that is suitable for use in nuclear medicine technology program learning environments which combine resident and distance instruction.

Keywords: Concept Mapping, Meaningful Learning, Radiation Science

1 Introduction

1.1 Teaching

The current healthcare environment is demanding graduates who can think critically and problem solve in a variety of clinical practice areas. Advances and complexities in the field of Nuclear Medicine require that Nuclear Medicine Technology (NMT) students move away from a dependency on memorization and learn with a meaningful understanding of the discipline's principles. Generally speaking, teaching and instruction exist on a continuum from teacher-centered/content-oriented instruction to student-centered/learner oriented learning activities which move the student from reactive behavioral approaches to learning to proactive constructive approaches to learning (Ertmer & Newby, 1993). Teachers who believe that their function is transmitting knowledge are more likely to rely on content-centered approaches, while those who see learning as a process of facilitating understanding will rely more on learning-centered methods. (Kember and Kwan, 2000). The traditional curricula for entry level Nuclear Medicine Technology instruction has been developed to meet the behavioral learning outcomes desired by national accrediting and credentialing bodies. NMT instruction, whether classroom delivery to resident students, or online delivery to distance learning students, is by design content-centered in order to meet these desired outcomes. It is the assertion of this author, however, that the cognitivist/constructivist based learner centered methods of instruction are more effective than the traditional behaviorist based content-centered methods, and, that these learner centered methods can be successfully implemented using non-traditional, metacognitively based, meaningful learning interventions, such as the graphic organizer commonly known as concept mapping.

The baccalaureate level Nuclear Medicine Technology program curriculum at Georgia Regents University is taught as expository instruction in a blended, combination physical/virtual classroom for the resident students, and in an online/virtual classroom format to the distance learning students. There are no curricular content differences between resident-campus students and non-resident distance learning students. Distance learning

students receive the same expository instruction as the resident students asynchronously in the form of pre-recorded lectures delivered via a commercial distance learning platform. All courses require online interaction regardless of location.

1.2 Learning

Learning theories vary in terms of student involvement in learning. Learning is also thought to exist on a continuum, beginning with the behaviorist theory where learning is confirmed by specific behavioral responses to specific stimuli. Next the cognitivist theory is described where learning is confirmed by the behavioral and mental solutions to specific stimuli. The continuum ends with the constructivist theory where learning is individualized and based on the stimuli as they are presented. This continuum may be depicted as moving from rote learning or memorization through meaningful learning and problem solving to autonomous learning and invention (Ertmer & Newby, 1993; Novak & Cañas, 2008).

The purpose of instruction then is for the student to develop a knowledge base within the discipline, but also, to be able to learn new knowledge as the discipline changes with advancements in technology and practice. Students who are to meet the discipline's needs both today and tomorrow should be taught how to learn meaningfully by the non-arbitrary processing of new information and procedures into the learner's knowledge structure, either through assimilation of new concepts into their current knowledge structure, or by accommodating the current knowledge structure so as to accept the new concepts (Novak, 1990, 1997; Novak & Gowin, 1984; Fisher et al, 1990).

Educational theorists such as Novak and Gowin (1984) believe that the key to meaningful learning is in how the student organizes and retrieves information or knowledge. Meaningful learning is based on the premise that knowledge is bundled in packets called concepts, and retrievable based on how the concepts are linked to one another. Concepts are defined as a perceived regularity in an event or object designated by a label, such as a word or explicit symbol. Concept maps are graphic organizers of multiple concepts and their inter-relationships that represent an individual's knowledge of a topic or process (Novak & Gowin, 1984; Novak & Cañas, 2008; Dansereau & Cross, 1990). It is the mental activity associated with the identification of the linking relationships between concepts in a concept map that makes this graphic organizer unique and separates the concept map from other organizing techniques, such as outlines or flow charts. Further, relational links between concepts in different levels or conceptual clusters of the concept map help us see how a concept in one domain of knowledge represented on the map is related to a concept in another domain shown on the map (Novak & Gowin, 1984; Novak & Cañas, 2008; Dansereau & Cross, 1990; Angelo & Cross, 1993).

The process of generating a concept map by identifying relevant concepts and their relationships between them is an active learning, metacognitive process required for meaningful learning. Metacognitive strategies, such as concept mapping, allow the learner to actively organize their knowledge structures into more powerful, integrated patterns. A concept map then becomes a concise, visual interpretation of an individual's knowledge structure, which can simplify discussion and lead to enhanced understanding between individuals, such as between a teacher and a student (Novak & Cañas, 2008; Dansereau & Cross, 1990; Novak, 1990; Heinze-Fry & Novak, 1990; Cañas et al, 2003). Figure 1. represents a student concept map depicting their understanding of fundamental radiation science concepts of radiation protection. Note that a relational linking term exists between the concepts. However, this map is deficient in the mathematical principles needed for the student to be successful in the laboratory designed to elicit appropriate application of these basic principles. Figure 2 represents the same student's concept map on radiation protection following multiple remediation sessions. Note how map has extended beyond the primary association of time, distance, and shielding, and incorporates the mathematical principles associated with the three primary concepts, as well as an extension as to the legal requirements for radiation protection in the nuclear medicine clinic.

1.3 Teaching and Learning Intervention Relationship

A system of teaching that moves beyond performance indicators would seem to be preferred in the education of the modern healthcare practitioner, as critical thinking, problem solving, and clinical reasoning are poorly served by most content-centered instruction. This can be accomplished by using a cognitive based learning intervention that mitigates misconceptions and false understandings while encouraging meaningful learning (Wandersee et al 1994; Wheeler & Collins, 2003; Edmondson, 1993; Pinto & Zeitz, 1997; Novak & Cañas, 2008; Daley & Torre, 2010).

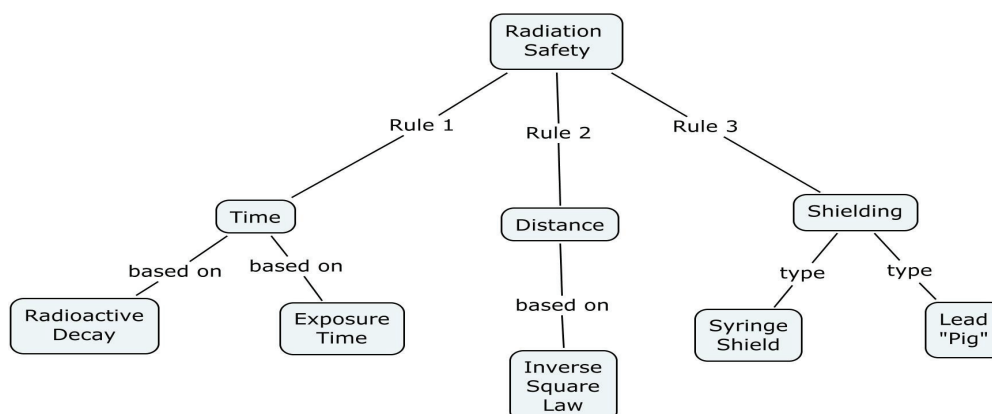


Figure 1: Student pre-remediation concept map depicting the relationships for the basics of radiation safety.

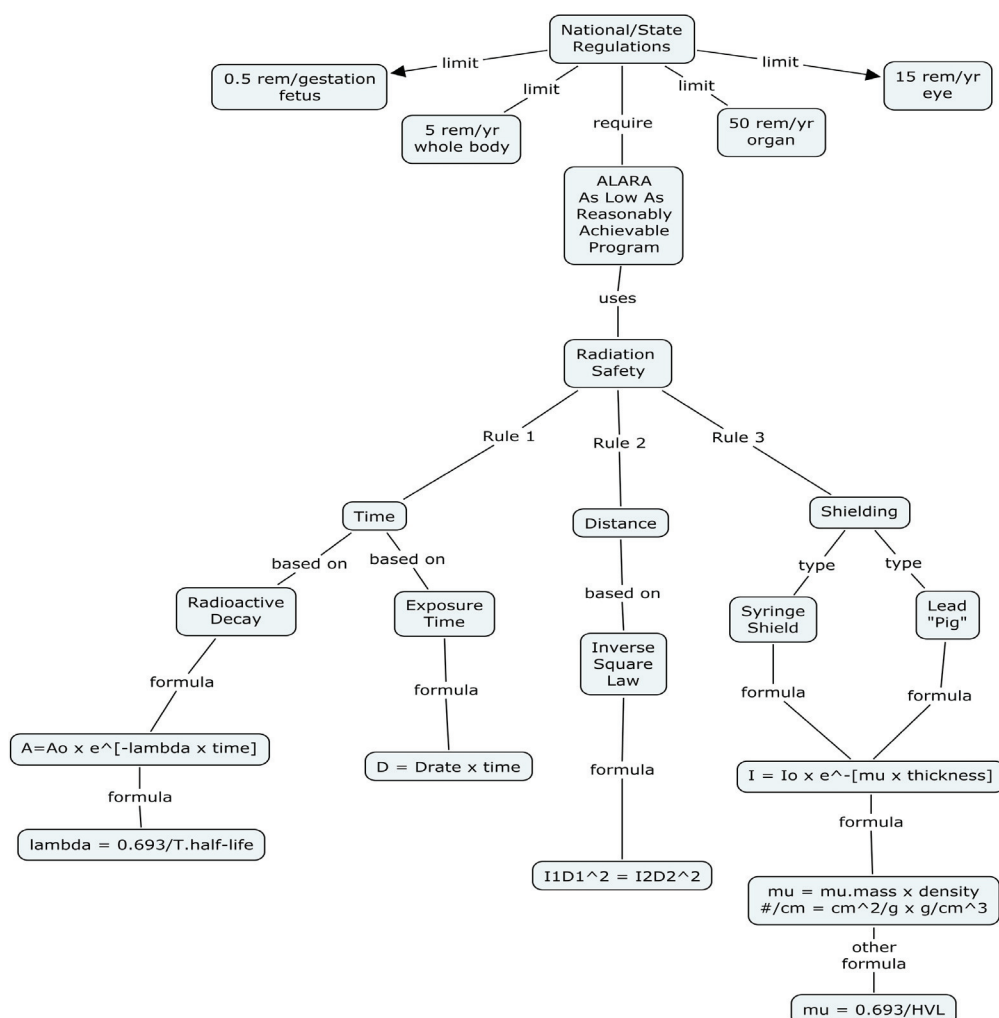


Figure 2: Student post-remediation(s) concept map depicting the relationships for the basics of radiation safety, to include the mathematical principles that govern the relationships, as well as the legal considerations requiring radiation safety in the nuclear medicine clinical environment.

In order to test the effectiveness of adding the meaningful learning activity of concept mapping to the nuclear medicine technology curricula, the cumulative effects from two separate, quasi-experimental, 2 group comparative inquiries were collected and analyzed. The first inquiry compared outcomes from 2 resident student groups separated by time but matched on the standardized SAT test scores (Passmore, 1995). The second investigation compared 2 distance learning student groups also separated by time but equalized on NMT program admission criteria (Passmore et al, 2011). The collective effect of the concept mapping learning intervention on outcomes in radiation science was derived from these 2 separate comparative inquiries. Both inquiries were approved by the institutional Human Assurance Committee.

1.3.1 Inquiry #1

1a: If nuclear medicine technology students prepare concept maps as metacognitive strategies for part of their course activities, and utilize them as a component of their correspondence with their instructor, then their final examination scores will be greater than nuclear medicine technology students who do not prepare concept maps as a component of their correspondence with their instructor.

1b: And, if concept maps are a valid meaningful learning intervention, then traditional predictor/student performance relationships should be affected.

1.3.2 Inquiry #2

If distance learning nuclear medicine technology students prepare concept maps as metacognitive strategies for part of their course activities, and utilize them as a component of their correspondence with their instructor, then their final examination scores will be greater than distance learning nuclear medicine technology students who do not prepare concept maps as a component of their correspondence with their instructor.

1.3.3 Collective Outcomes

The results of both inquiry approaches were combined in an effort to see what the collective effect on learning outcomes was from using the concept mapping learning intervention in the NMT radiation science course.

2 Materials and Methods

2.1 Subjects

The subjects for inquiry #1 were nuclear medicine technology students enrolled in the radiation science curriculum of the NMT program. The total number of students consented and participating in the study was 51, (29 female, 22 male). Twenty eight students remained in the project after matching for Scholastic Aptitude Test (SAT) scores, submitted with their application to the NMT program, ranging from 800 to 1600 on the current math-reading combined scales. The learning intervention (concept mapping) group consisted of 14 students. The control (non-concept mapping) group consisted of 14 students.

In order to examine the question of the effects of the meaningful learning intervention, concept mapping, on predicted outcomes from traditional standardized tests used as predictors of learning, the comparative groups were further stratified into Low SAT (scores 800-1060), Moderate SAT (scores 1061- 1332), and High SAT (scores 1333 – 1600) groups.

The subjects for inquiry #2 were nuclear medicine technology students distance learning students enrolled in the radiation science curriculum of the NMT program. The total number of students consented and participating in the study was 25. The learning intervention (concept mapping) group consisted of 19 students. The control (non-concept mapping) group consisted of 6 students. All students entering the NMT program must have a minimum GPA of 2.5 in math and science. Further, all students entering the NMT program are interviewed prior to selection using the same rating scale developed for the interview process.

2.2 Design

The inquiries were based on quasi-experimental 2 group design principles. This design was implemented due to the condition of using intact classes as treatment and control groups. Multiple year groups were used as treatment and control groups until an adequate sample sized was achieved. The concept mapping group received 2 hours of workshop instruction and practice on concept mapping during student orientation. This occurred prior to the start of didactic and clinical instruction that ensued during the initial fall semester, covering an academic period of 15-17 weeks.

For each inquiry, the treatment group's learning intervention included student development of concept map summaries of chapters, laboratories, and/or application problems, which were requested prior to each of the 3 examinations given during the semester. Students could develop their concept maps by hand or by computer. For inquiry #2, the students were required to email the map to the instructor as part of their mandatory weekly correspondence with the instructor. For both inquiries, student concept maps were reviewed between the instructor and the student for misconception and remediation. This interaction typically included teacher questions directed of the student's map with the intent of helping the student identify their own misconceptions.

This process was conducted either in person, or by phone/fax or email, and repeated as time allowed until the student reached cognitive congruence with the instructor, and previously depicted in Figures 1 and 2 above.

The control group did not receive concept mapping instruction nor practice. These students were not required to give evidence of using metacognitive strategies with graphic organizers, other than graphing exercises associated with a radiation science program, in preparation for course examinations. But, similar to the treatment group, each investigation #2 distance student was allowed contact via email or telephone, and to ask questions over course material and concepts that they felt they did not understand from any of the lectures, reading assignments, or problem solving assignments.

Efforts were made to ensure the pedagogical aspects of the radiation science course, such as learning objective driven lectures and laboratories, problem solving and homework assignments, question-answer review sessions, weekly email correspondence, and course examinations were equivalent for both the non-mapping control group and the concept mapping treatment group.

Treatment and control groups both received traditional expository lecture, problem solving homework, and conformational laboratory experiences with standard question- answer remediation opportunities. Concept mapping was used as the added metacognitive, meaningful learning intervention for both investigations' treatment groups, becoming the template for communication leading to misconception identification and remediation interactions between the instructor and the student.

2.3 Instrumentation

The outcomes measures used to base the comparative analysis on stems from the final examination for the radiation science course. The comprehensive final consists of 100 questions of various levels of difficulty, from knowledge based comprehension of definitions and regulations to synthesis and evaluation level questions involved in problem solving that a technologist may be asked to perform during the working day. This includes shielded and unshielded exposure calculations, inverse square law, and radioactive decay that lead to technologist or patient dose calculations.

2.4 Analysis

Descriptive statistics, group comparison outcomes and effect size were calculated. Inquiry #1 used a t-test comparison of mean SAT scores to ensure equivalence of the concept mapping and control group, and a t-test to compare course performance scores between the concept mapping and control group. A 2-way ANOVA was used to compare the effects of concept mapping on performance when students were further stratified by the standardized test SAT predictor variable.

Inquiry #2 used the Mann-Whitney U test for group comparisons due to the control group not meeting parametric sample size assumptions.

The collective outcomes used a t-test comparison of mean course performance score means between the combined (resident and distance learning) concept mapping and control groups. Effect size was calculated to show the magnitude of the difference between concept mapping and control group means (Cohen, 1988).

3 Results

Inquiry #1a: The paired sample t-test comparison for equality between concept mapping and the control group based on matched SAT scores was not significantly different, ($t = 0.5380$; $p = 0.6000$) indicating the two groups were similar even though the subjects were not randomized into their respective groups (**Table 1**). Comparison of the group means on the course final examination score indicated that the concept mapping treatment mean of 93.1 was an effective learning intervention contributing to improvement in the course performance/final score compared to the control group mean of 84.1 ($t = 2.3896$, $p = 0.0244$). Effect size associated with a difference of this magnitude is 1.83 (**Table 1**).

Inquiry #1b: In order to test the question of the predictive ability of a standardized test (SAT) when using a meaningful learning intervention, a 2-way ANOVA was performed using the treatment and control groups as one independent variable, and the low, moderate, and high SAT categorical groups as the other. The ANOVA

outcomes indicated a significant difference in group performance when the students were categorized by the concept mapping intervention and their correlative SAT group ($F = 4.416$, $p = 0.0240$). Tukey comparisons of means was performed to determine which groups were significantly different. The mean mapping performance scores for the high SAT group showed no change (91.3 vs 91.8) compared to the control group ($p=ns$, $ES = 0.09$). The mean performance scores for the moderate SAT category groups show a significant increase from 88.3 for the control group to 95.1 for the mapping group ($p<0.05$, $ES = 1.84$). The mean performance scores for the low SAT category groups also show a significant increase, from 73.4 for the control group to 88.5 for the mapping group ($p<0.05$, $ES = 3.05$) (Table 1). The effect size of the concept mapping intervention for the moderate and low SAT are large and are depicted graphically in Figure 3.

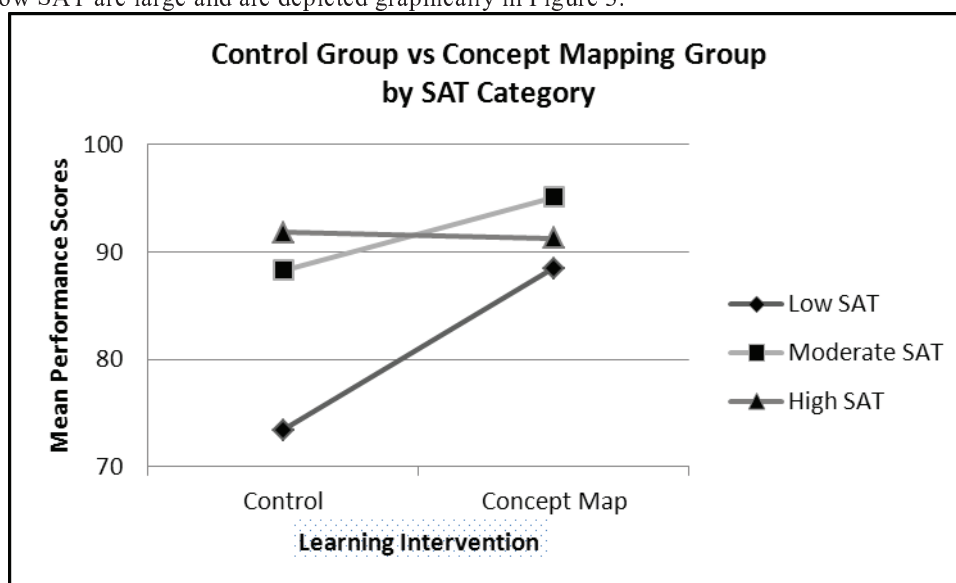


Figure 3. Effects of concept mapping on mean group performance scores for inquiry #1 sorted by SAT category.

Inquiry #2: The mean score on the introductory radiation science final examination for the distance learning students who used the concept mapping learning strategy was 72.3 with a median value of 70. The mean score for the distance learning students who did not use concept mapping as a learning strategy was 57.3 with a median value of 57. The effect size, or actual, meaningful differences noted in the means was 1.08, which is considered to be a moderately large effect size (Table 1.) **14.** The Mann-Whitney U test for differences in the median values indicated a significant difference in outcomes ($Z = -2.0381$, $p=0.0415$)

In an attempt to analyze the collective outcomes from both of these inquiries, the mean control group mean score of 70.9 was compared to the mean concept mapping group mean score of 82.7 using a t-test and effect size (Table 1). The difference between the mean group scores was statistically significant ($t=3.7049$, $p=0.0005$) with a large effect size ($ES=1.2$), indicating that the concept mapping learning intervention groups collectively performed better in the radiation science course when compared to traditionally taught student groups.

Table 1: Descriptive statistics from the control group and concept mapping group for Inquiry #1, Inquiry #2, and the Collective Outcomes. Significant differences for group comparisons are identified as $*p<0.05$.

NMT Student Group Outcomes per Inquiry	Inquiry #1				Inquiry #2	Collective Outcomes
	N = 28				N = 25	N = 53
	Matched Resident	Low SAT	Moderate SAT	High SAT	Distance Learning	
Control Group Mean (SD)	84.1 (13.1)	73.4 (13.4)	88.3 (9.2)	91.8 (7.1)	57.3 (13.9)	70.9 (13.5)
Concept Mapping Group Mean (SD)	93.1 (4.9)*	88.5 (5.0)*	95.1 (3.7)*	91.3 (5.9)	72.3 (15.0)*	82.7 (9.9)*
Effect Size	1.83	3.05	1.84	0.09	1.08	1.2

4 Discussion

The analyses for both investigations separately and combined support the use of concept mapping as a meaningful learning intervention by both resident and distance learning students in the NMT program. The differences in mean or median values were statistically significant, and the effect sizes were large. These outcomes support the literature suggesting that using the concept map encouraged the student to cognitively attend to what they were learning, and the relationships between concepts they were developing, as opposed to less effective organizers or rote concept memorization. The concept map additionally allowed for directed remediation when needed, furthering student understanding without misconceptions. This deeper understanding of the relationships between concepts enabled the concept mapping students to be better problem solvers, as exhibited in the final examination scores, irrespective of the curriculum delivery method.

Further research is planned to investigate the learning effectiveness of concept mapping as opposed to other graphic organizers or formative assessment techniques. This would indicate if the learning gains noted in this report were the result of the concept mapping intervention or some other unaccounted for study method used by the treatment group. Additionally, it would be interesting to see if using the concept mapping intervention as a test of the predictive effectiveness of the GRE exam in a graduate level curriculum.

5 Conclusions

These investigations support the use of concept mapping as a cognitive learning intervention and remediation tool that effectively enables meaningful learning in expository based curriculum designs such those used in allied health science technology programs. Additionally, this report suggests that the meaningful learning intervention of concept mapping has a causal effect of negating the predictive outcomes expected from traditional standardized predictor tests such as the SAT. Further, this collective report indicates that concept mapping is amenable for use in both the resident and the distance learning environments used by some nuclear medicine technology programs, and that these gains in meaningful learning can be obtained irrespective of the curriculum delivery method.

References

- Angelo TA & Cross KP (1993). *Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers (2ED)*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Pub.
- Cañas AJ, Coffey JW, Carnot MJ, Feltovich P, Hoffman RR, & Novak JD. (2003). A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support. Prepared for The Chief of Naval Education and Training, Pensacola FL. The Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola FL. www.ihmc.us. pdf file obtained through: http://www.docstoc.com/docs/DownloadDoc.aspx?doc_id=3753282 and accessed 2/24/09.
- Cohen, J. (1988) *Statistical Power for the Behavioral Sciences (2ED)*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Assoc.
- Daley, BJ & Torre, DM (2010) Concept maps in medical education: An analytical literature review. *Medical Education*, 44(5):440-448.
- Dansereau DF & Cross DR. (1990) *Knowledge Mapping: Cognitive Software for Thinking, Learning, and Communicating*. Department of Psychology, Texas Christian University Publication. Ft. Worth, TX.
- Edmondson, K. M. (1993). *Concept mapping for the development of medical curricula*. Paper presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, Atlanta, GA. (Eric Document Reproduction Services No. ED 360 322)
- Ertmer, PA & Newby, TJ (1993) Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6(4):50-72.
- Heinze-Fry JA & Novak JD (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74(4). 461-472.
- Kember D & Kam-Por Kwan KP. Lecturers' approaches to teaching and their relationship to conceptions of good teaching. *Instructional Science* (2000) Volume 28, Number 5, 469-490.
- Novak, JD. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 937-949.
- Novak JD. & Cañas AJ, (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report. IHMC CmapTools 2006-01, rev 2008-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008, available at: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Last accessed 9.11.12

- Novak JD & Gowin DB. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Passmore, GG. (1995) Constructing concept maps facilitates learning in radiologic technologies education. *Radiologic Science and Education*, 2(2): 50-59.
- Passmore GG, Owen MA, & Prabakaran K. (2011). Empirical Evidence of the Effectiveness of Concept Mapping as a Learning Intervention for Nuclear Medicine Technology Students in a Distance Learning Radiation Protection and Biology Course. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 39(4), 284-289.
- Pinto AJ & Zeitz HJ (1997). Concept mapping: A strategy for promoting meaningful learning in medical education. *Medical Teacher*, 19 (2):114-122.
- Wandersee, JH, Mintzes, JJ, & Novak, JD. (1994). Learning: Alternative Conceptions. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook on Research in Science Teaching* (pp. 177-210). New York: Macmillan.
- Wheeler LA & Collins SKR (2003). The influence of concept mapping on critical thinking in baccalaureate nursing students. *Journal of Professional Nursing*, 19(6): 339-346.

REVISIÓN DEL CONOCIMIENTO ACUMULADO SOBRE MAPAS CONCEPTUALES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE COMUNICACIONES PRESENTADAS EN LOS 5 CONGRESOS MUNDIALES

Pilar Ibáñez Cubillas & José Gijón Puerta, Universidad de Granada, España
Fermin González García, Universidad Pública de Navarra, España
Email: pcubillas@ugr.es

Resumen. El conocimiento acumulado sobre los mapas conceptuales (*concept mapping*) desarrollados por Novak, puede encontrarse en forma de comunicaciones a congresos, libros y artículos publicados en revistas de impacto, a lo largo de estas últimas cuatro décadas. Particularmente, podemos destacar los cinco congresos mundiales específicamente dedicados al mapa conceptual: Pamplona, 2004; San José, 2006; Tallinn, 2008; Viña del mar, 2010 y; Malta, 2012. La celebración del sexto congreso en Santos en 2014, es una buena oportunidad para dar una visión global de todo el conocimiento acumulado en torno a los mapas conceptuales, siguiendo los pasos de un trabajo de revisión temática realizado por Daley y col. en 2008. Así, el objeto de esta comunicación es presentar una panorámica del uso de los mapas conceptuales, a través del análisis de 432 comunicaciones presentadas en los cinco congresos realizados hasta la fecha. Se trata de la primera fase de un estudio más amplio que incluirá posteriormente el análisis de posters y una fase de análisis narrativo. Como método de revisión, se ha diseñado en esta primera fase, una parrilla en la que han sido incluidos ítems para su análisis tanto cuantitativo como cualitativo, en la que se han incluido aspectos como: número de autores, sexo, universidad o institución y país a los que pertenecen, área de conocimiento y nivel educativo —en su caso— que aborda, palabras clave del tesoro ERIC que se pueden asociar, objetivos declarados de la investigación o de la experiencia, muestra y método de estudio empleado, etc. A partir de los datos obtenidos, se ha llevado a cabo un primer análisis estadístico descriptivo básico y una categorización inicial. Los resultados iniciales de este primer análisis se presentan en esta comunicación, estando en curso un análisis cualitativo de contenidos y la realización de una categorización más compleja y profunda.

Palabras Claves: Mapas conceptuales; Congresos mundiales mapas conceptuales; Análisis de literatura científica.

1 Introducción. Panorámica de uso de mapas conceptuales 1984-2014.

La revisión de la literatura científica sobre un determinado campo se hacen hoy más necesaria que nunca, dada la enorme producción que se registra actualmente en todos los ámbitos y, específicamente, en el de las Ciencias de la Educación. Y esto no sólo en los aspectos bibliométricos (Ríos Gómez y Herrero Solana, 2005), relacionados con la calidad de la producción y su difusión y asociados a la acreditación y reconocimiento de autores y revistas, sino fundamentalmente en el de la creación de documentos de análisis global que faciliten la comprensión del campo y que den una visión actual del conocimiento acumulado (Martínez Nicolás y Saperas Lapedra, 2011).

En este sentido, podemos decir sin temor a equivocarnos que existe un pasado realmente espectacular de utilización exitosa de los mapas conceptuales como agentes de aprendizaje significativo, de construcción y de gestión del conocimiento. Las Actas de los Congresos Internacionales sobre mapas conceptuales iniciados en Pamplona, (Universidad Pública de Navarra, 2004), y celebrados después en Costa Rica 2006, Finlandia 2008, Chile 2010 y Malta 2012, constituyen excelentes evidencias documentales. El presente vendrá representado por la selectiva muestra de trabajos correspondientes a la sexta edición a celebrar en la ciudad de Santos, Brasil, del 23 al 25 de septiembre del año en curso y ¿el futuro de los mapas conceptuales?

Para orientar en la ruta a seguir surge este trabajo. En él se muestra un primer análisis de la producción que, sobre esta temática, se ha publicado en las Actas hasta el momento, y de la categorización pertinente. Ello permitirá mostrar tendencias en la utilización de los mapas conceptuales en los distintos ámbitos: *docencia*, *investigación* y *gestión*. El análisis del gran volumen de trabajos que se realiza en esta primera fase de trabajo y las conclusiones del mismo, permitirán orientar futuras investigaciones. Repensar las características de los mapas conceptuales y de la teoría educativa de Novak podría orientar también en el diseño e implementación de nuevos proyectos que harían visibles, con optimismo, nuevas características del potencial de los mapas.

Y es que los mapas conceptuales se han mostrado como eficaces herramientas que facilitan el aprender significativamente. Permiten hacer operativos los principios de la teoría del aprendizaje significativo. Se ha demostrado que los mapas conceptuales ayudan a los profesores a diseñar currículum e instrucción conceptualmente transparentes, a los estudiantes a aprender, a los investigadores a crear nuevo conocimiento, a los administradores a estructurar y gestionar mejor las organizaciones, a los escritores a escribir, y a los evaluadores a evaluar el aprendizaje, además de estimular la capacidad creativa y crítica de los estudiantes, el

trabajo autónomo y a elevar su autoestima (Novak y Cañas, 2008; González 2008; Ballester, 2002; González et al, 2013). Para el Profesor Ciriaco Morón Arroyo (González, Morón y Novak, 2001), los mapas conceptuales son la mejor forma de aprender, porque nos obligan a preguntarnos rigurosamente qué queremos decir con cada una de nuestras palabras, a establecer una jerarquía entre los conceptos: de los más universales a los particulares, o a ver analogías y diversidad entre conceptos de la misma extensión. La técnica de los mapas tiene el prestigio de ser muy vieja y muy nueva: nace en los esquemas de Aristóteles y en el ideal sistemático de la filosofía, cuyo ejemplo más visible serían las obras de Hegel, estructuradas con un rigor matemático. Los mapas conceptuales han permitido profundizar en ese ideal de orden y aplicarlo al proceso de aprender en la escuela. Tienen el mérito de haber desplegado en la enseñanza la virtualidad práctica de los antiguos “árboles de la ciencia”.

El mapa conceptual sirve para que el estudiante practique el aprender significativo: desde el entusiasmo (“inteligencia emocional”) personal, enhebrando los contenidos nuevamente adquiridos con los que posee de antemano, y encontrando por sí mismo lo que debe aprender en su educación (Gijón, 2010). La educación en este siglo requiere un desplazamiento de un modelo conductista/positivista (desgraciadamente predominante, aún hoy, que facilita un aprendizaje memorístico mecánico que crea un caldo de cultivo ideal para el desarrollo y mantenimiento de los errores conceptuales, auténticas barreras para el desarrollo del pensamiento divergente creativo y crítico tan necesario), a un modelo cognitivo/ constructivista que estimule un aprendizaje significativo del estudiante y que les capacite para una construcción y dominio del conocimiento, y consecuentemente transformar la información en conocimiento útil (Ausubel, Novak, Hanesian, 1978). Finalmente serían interesantes líneas de investigación conducentes a demostrar la virtualidad de la teoría educativa de Novak y de los mapas conceptuales para responder a los desafíos que para la educación en el siglo XXI representan: La Sociedad del Conocimiento y de la Información, el Espacio Europeo de Educación Superior y la aplicación de los paradigmas de Gestión de Calidad (González, 2008).

2 Metodología del estudio realizado.

2.1 Muestra elegida para el estudio

Para la realización de este estudio se ha considerado el universo de la producción científica sobre mapas conceptuales (*concept mapping*) generada a nivel internacional. Utilizando un método de muestreo criterial, se ha abordado como muestra representativa de este conjunto, la de las aportaciones a alguno de los cinco congresos mundiales sobre mapas conceptuales organizados hasta la fecha. Teniendo en cuenta que el estudio se encuentra en la primera fase, los criterios establecidos para la selección de la muestra han sido: a) haber sido publicada en los *proceedings* de uno de los congresos y; b) tener formato “comunicación” (*full paper*). No se han considerado en esta primera fase del estudio los posters y otro tipo de aportaciones, que se incluirán en fases posteriores. Se han revisado todas las comunicaciones publicadas, por lo que no se ha realizado ningún proceso de muestreo posterior. En total, se han sometido a revisión y análisis 432 comunicaciones, distribuidas entre los congresos de Pamplona (76), San José (82), Tallin (99), Valparaíso (112) y La Valetta (63).

2.2 Parámetros de categorización

Se han considerado distintas categorías de análisis, relacionadas con parámetros de autoría, formales y de contenido, que han sido establecidas por un método de saturación, a partir de un primer análisis por parte de los investigadores. Las categorías establecidas inicialmente y las que se han usado finalmente, se presentan en la tabla 1, comparándolas con las utilizadas como *Research themes identified* por Daley y Col. (2008, pág. 2 y ss.). Para completar la parrilla de datos, se ha revisado la estructura de los *papers* (autores, instituciones, palabras clave, etc.) y se ha leído el *abstract* de cada uno de ellos, para extraer los parámetros de contenido (objetivo, disciplina en la que se usan los mapas, etc.). Sólo en el caso de que alguna información necesaria no se haya podido extraer del resumen, se ha revisado el contenido del documento entero (por ejemplo, si no se indicaba si se trataba de una experiencia o una investigación, si no se especificaba el área disciplinar, el nivel educativo, etc.).

En primer lugar, se ha establecido un bloque de parámetros de autoría, que incluyen: a) Distribución de comunicaciones presentadas a cada congreso; b) Composición del equipo de investigadores por sexo (equipo compuesto por hombres, por mujeres y mixto) y; c) Países e instituciones de procedencia de los autores de los *papers*, diferenciando en estos casos las aportaciones de un solo país o institución de aquellas en que han participado investigadores de dos o más países o instituciones.

En segundo lugar, se ha incluido un bloque de parámetros relativos a la forma y contenido de las comunicaciones. En este bloque, se han establecido diferentes áreas temáticas. También en este bloque se han introducido otros parámetros, que son: a) Nivel educativo (Educación Infantil; Educación Primaria; Educación Secundaria; Educación Superior; Otros ámbitos de la educación -educación especial, educación no formal, formación profesional, educación a distancia, formación de investigadores...- y; combinaciones de estos niveles); b) Tipología de la comunicación (Investigación; Estudio de Caso; Revisión; Reflexión y; Experiencia) y; c) Metodología de investigación utilizada fundamentalmente (Cuantitativa, Cualitativa y Mixta). En cuanto al contenido de las comunicaciones, se han identificado en una primera categorización realizadas mediante un sistema de saturación (Gijón, 2011), un total de 130 categorías, que han sido reducidas inicialmente a 13 metacategorías y finalmente a 9. A diferencia de Daley y Col. (2008), nuestra categorización no se realiza exclusivamente sobre áreas generales del conocimiento educativo (desarrollo profesional, enseñanza y aprendizaje, etc.), sino que incluye también disciplinas en las que se usan los mapas conceptuales (Industria, Ciencias Sociales, Ciencias Experimentales, Salud y; Lenguas). Las categorías de Daley y Col. quedarían integradas en las de *enseñanza y aprendizaje*, *TIC*, *investigación* (referida a comunicaciones que abordan investigaciones cuantitativas o cualitativas sobre el uso de mapas, más allá de experiencias o innovaciones) y una categoría que hemos denominado *sobre mapas* (que incluye las aportaciones sobre la confección de los mapas, el software utilizado para ello o reflexiones teóricas de carácter general sobre su uso)

Adicionalmente, se han introducido categorías para palabras clave que definen las comunicaciones, que han sido asociadas posteriormente a las existentes en el tesoro ERIC. Se han identificado más de 400 palabras clave, que están en fase de análisis y categorización, junto a un análisis narrativo de los *abstracts*. Los resultados de estos análisis serán presentados en próximas publicaciones.

Tabla 1: Comparación de las áreas temáticas establecidas en nuestra investigación y las de Daley y Col. (2008).

Metacategorías iniciales	Categorías de Daley y Col. (2008)	Metacategorías finales
	<i>Professional development</i>	Enseñanza y Aprendizaje (Educación y Aprendizaje)
Educación	<i>Teaching and Learning</i>	
Aprendizaje	<i>Knowledge Development</i>	
Investigación	<i>Research Methods</i>	Investigación
TIC	<i>Software Development</i>	TIC
Mapas	<i>Assessment and Scoring</i>	Sobre Mapas
Empresa		Industria (Empresa y Militar)
Lingüística		Ciencias Sociales (Antropología y Sociocultural)
Salud		Ciencias Experimentales
Sociocultural		Salud (Sanidad y Salud)
Antropología		Lenguas
Ciencias		
Militar		
Sanidad		

3 Resultados obtenidos

Una vez vaciados los datos en la parrilla y seleccionados los parámetros que son objeto de análisis en esta comunicación, los resultados obtenidos son los siguientes.

En primer lugar, incluimos algunos parámetros relativos al número de comunicaciones presentadas y a los equipos de investigación que las firman. El número de comunicaciones en los distintos congresos se presentan en la tabla 1 y en la figura 1 (izquierda). Se observa un aumento progresivo desde las 76 en el primer congreso de Pamplona hasta las 112 de Valparaíso, con un descenso en Malta (63 comunicaciones presentadas) que es el menor valor hasta la fecha. Los equipos de investigación que firman las comunicaciones son mayoritariamente mixtos (211 comunicaciones), doblando el número de hombres firmantes en solitario (108) y el de mujeres (112) (véase la figura 1 –derecha-). Estos equipos se ubican en 41 países deferentes –considerando las comunicaciones que incluyen investigadores de un solo país-. Adicionalmente, existen 31 combinaciones diferentes de equipos de investigación internacionales, que presentan comunicaciones.

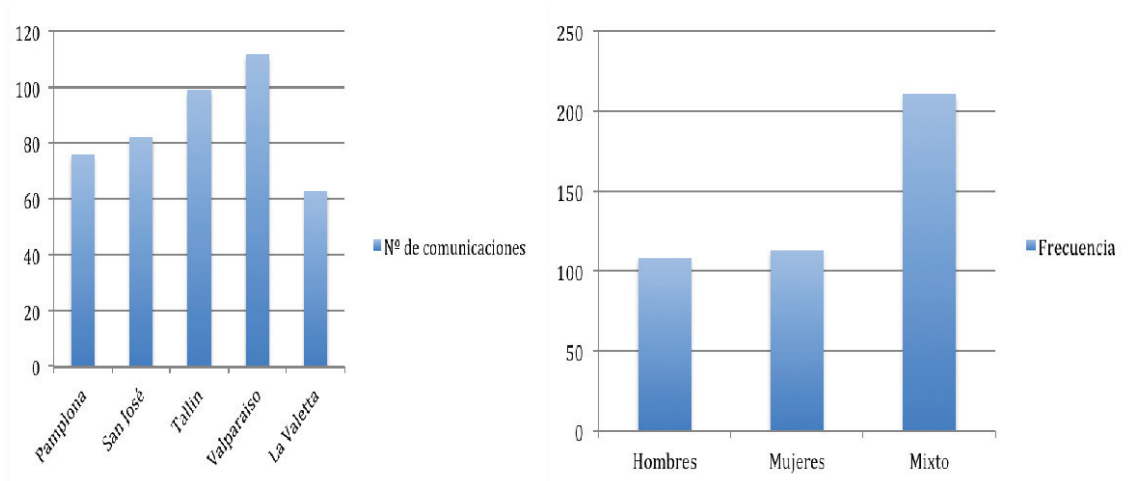


Figura 1. Histograma de frecuencias que permite visualizar la evolución de las comunicaciones presentadas a los distintos congresos y de las comunicaciones presentadas en relación con el sexo de los autores.

En la figura 2 (izquierda), se representan los doce valores más elevados en cuanto al número de comunicaciones presentados por equipos nacionales, mientras que en la figura 2 (derecha), se presentan las comunicaciones que involucran equipos multinacionales. Así, los países más productivos en cuanto a comunicaciones han sido Estados Unidos (98 comunicaciones), España (46 comunicaciones), Brasil (27 comunicaciones) y México (20 comunicaciones). En cuanto a equipos multinacionales, también Estados Unidos (11) y España (9) destacan en el número de comunicaciones presentadas.

Finalmente, en este apartado, las instituciones que se han ocupado más de la investigación sobre mapas conceptuales, se presentan en la figura 3 (cuando las comunicaciones se refieren a una sola institución) y en la tabla y la figura 4 (cuando se refieren a *papers* en los que han participado más de una institución). A diferencia de los resultados de países, las instituciones que concentran el mayor número de comunicaciones son más diversas, con presencia importante de instituciones de EEUU, España y Brasil y México, pero incluyendo también, entre otras, universidades e instituciones de Austria, Italia, Estonia, Reino Unido y Costa Rica. La colaboración institucional arroja una presencia en casi todos los casos del *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC).

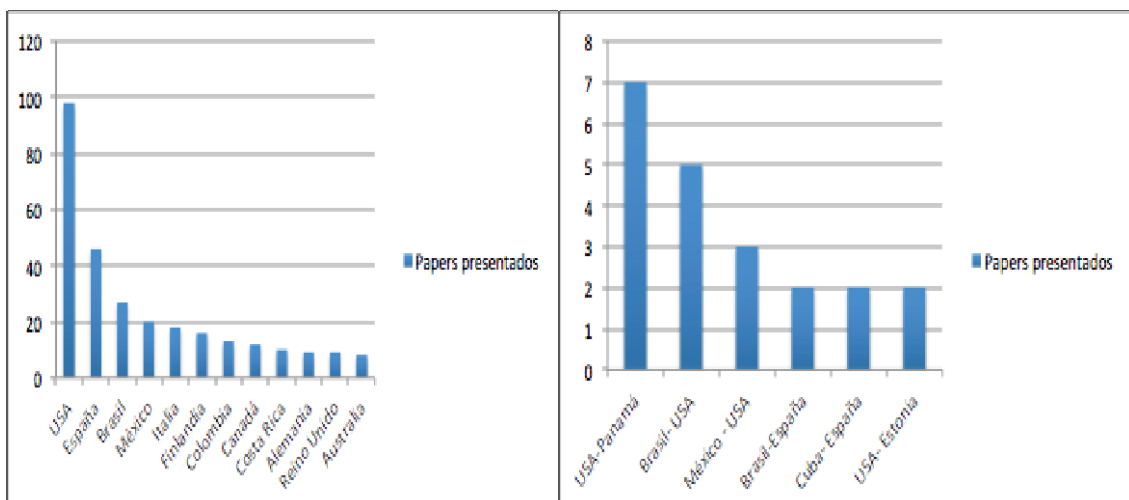


Figura 2. Histograma de frecuencias que permite visualizar las aportaciones de los 12 países con mayor número de comunicaciones presentadas y las aportaciones de los equipos internacionales con 2 ó más comunicaciones presentadas.

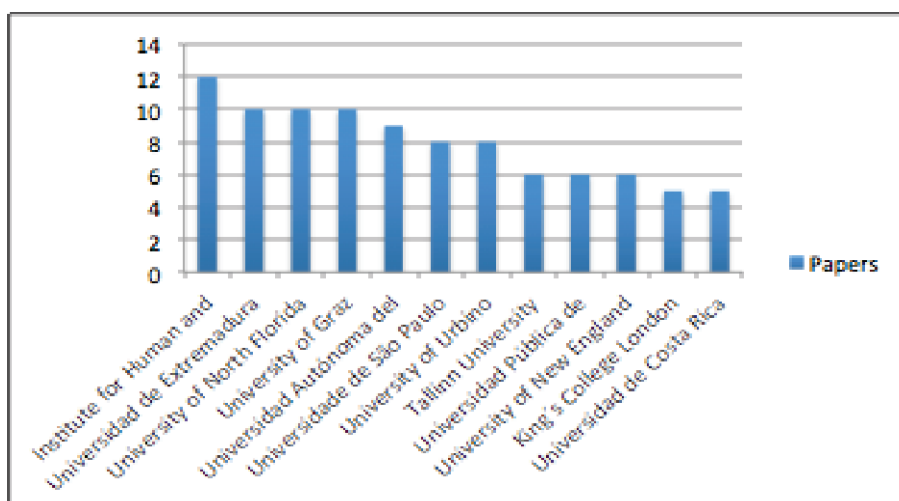


Figura 3. Histograma de frecuencias que permite visualizar las aportaciones de las distintas instituciones.

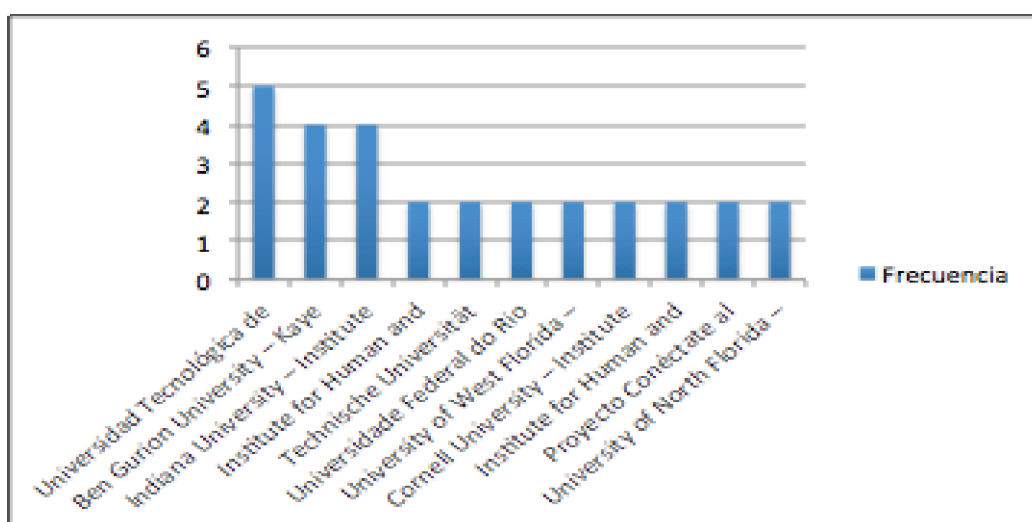


Figura 4. Histograma de frecuencias que permite visualizar las aportaciones de las distintas instituciones (en colaboración) con 5 ó más comunicaciones presentadas.

En cuanto a los aspectos de las temáticas de los mapas, según las distintas categorizaciones establecidas, se han obtenido los resultados que se presentan a continuación y que se incluyen en la tabla 2 y la figura 5 (izquierda). El área que destaca por encima de todas es la de enseñanza y aprendizaje (362 comunicaciones), seguida de la Industria (19) y, con representaciones testimoniales, las Ciencias Sociales (5) y las Ciencias Experimentales (2) como objeto propio de investigación -no los procesos de sus enseñanza y aprendizaje-, la Investigación (4), la Salud (4) y el metaconocimiento de los mapas (3).

Tabla 2: Aportaciones por áreas temáticas identificadas.

Área	Frecuencia
Enseñanza y Aprendizaje	362
Industria	19
TIC	19
Ciencias Sociales	5
Salud	4
Investigación	4
Sobre Mapas	3
Ciencias Experimentales	2
Lenguas	2

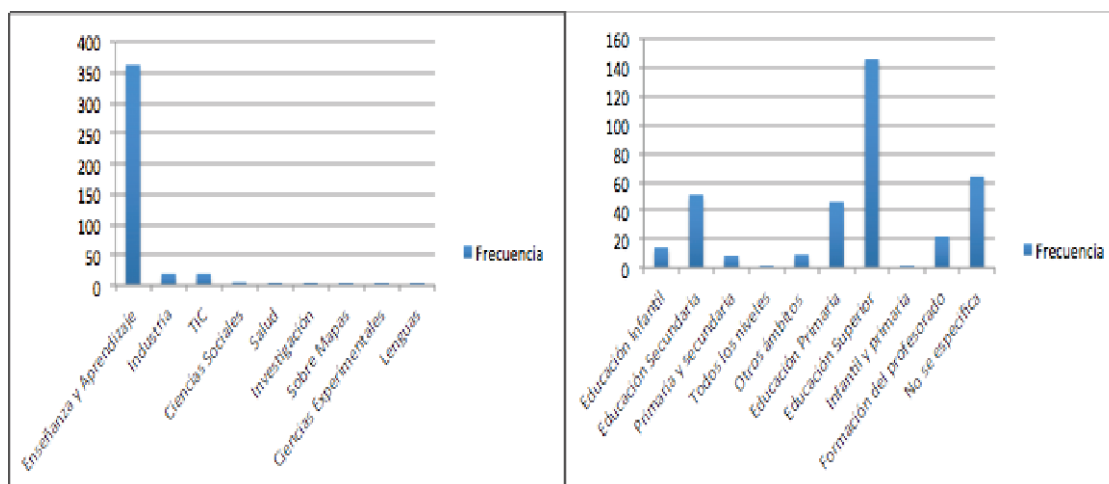


Figura 5. Histograma de frecuencias que permite visualizar la importancia de cada área temática identificada y la importancia relativa del cada nivel educativo identificado.

Como se ve claramente en los datos presentados en el párrafo anterior, la mayor parte de las comunicaciones se han centrado en el ámbito de la educación, por lo que hemos establecido distintas categorías correspondientes a los niveles educativos generales, que son homologables en los sistemas de los diferentes países. Así, la Educación Infantil fue objeto de 14 comunicaciones; la Educación Primaria ocupó 46 de ellas; el nivel de la Educación Secundaria, 51; la Educación Superior estuvo presente en 146 comunicaciones y; Otros ámbitos de la educación (educación especial, educación no formal, formación profesional, educación a distancia, formación de investigadores...) estuvo representada por 9 ponencias. También se han establecido categorías cuando se han combinado dos o más niveles: 1 se ocupó de la educación Infantil y Primaria; 8 de Primaria y secundaria y; 1 abarcó más de dos niveles educativos, lo que se categorizó como "Todos los niveles". Adicionalmente, se estableció una categoría específica para la "Formación del profesorado", con 22 comunicaciones asociadas. Finalmente, en 64 no se especificó de forma clara la etapa educativa. Los resultados se muestran en la figura 5 (derecha).

En cuanto a la tipología de la comunicación (investigación, estudio de caso, etc.), los resultados han arrojado los siguientes valores para la distintas categorías: 228 comunicaciones pueden ser incluidas en la categoría de la "Investigación"; 78 fueron categorizadas como "Reflexión"; los "Estudios de caso" fueron 32; 75 presentaron "Experiencias" y, finalmente, 19 fueron catalogadas de "Revisión". Estos resultados se presentan en la figura 6 izquierda. Para finalizar el apartado de resultados, incluimos los valores de las categorías referentes a la metodología de investigación, en este caso sólo para las comunicaciones de este tipo. En 216 comunicaciones se usó básicamente una metodología de corte cualitativo, mientras que en 95 se utilizó metodología de análisis cuantitativo. En 87 se emplearon ambas, lo que hemos denominado "metodología mixta" (Véase la figura 6 – derecha-). El resto de comunicaciones no incluyeron metodología de investigación.

4 Conclusiones. Tendencias en el uso de los mapas conceptuales.

La revisión de las 432 aportaciones, permite establecer una primera descripción general de los aspectos que han ocupado a los investigadores y usuarios de mapas conceptuales. En primer lugar, podemos indicar una tendencia al aumento de comunicaciones en los distintos congresos, salvo en el último celebrado en Malta, en el que se vuelve a un número ligeramente menor al primer congreso de Pamplona. Quizá los momentos más duros de la crisis económica internacional, coincidentes con este congreso, hayan podido influir en este descenso. En todo caso, podemos concluir que se ha consolidado esta conferencia como referente de la investigación y la práctica con mapas sobre y con mapas conceptuales. En segundo lugar, en cuanto a la composición de los equipos de investigación, el número de hombres y mujeres es muy similar, doblando la frecuencia de los equipos mixtos a las de aquellos que sólo incluyen hombres o mujeres (Véase la figura 7). La tendencia en este caso indica un aumento de la presencia de la mujer en las investigaciones y, sobre todo, de los equipos mixtos.

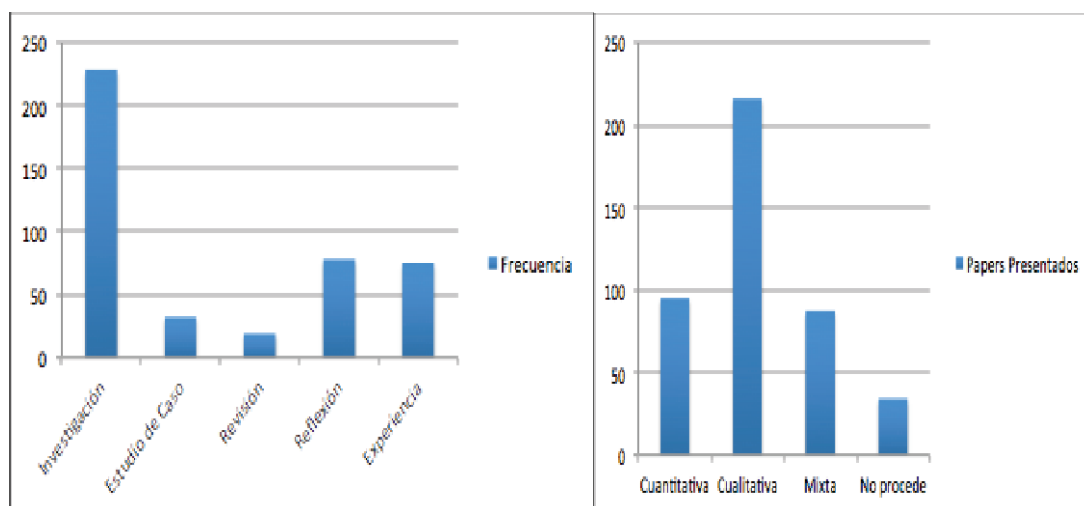


Figura 6: Metodología empleada en las comunicaciones que incluían investigaciones e histograma de frecuencias que permite visualizar las metodologías de investigación empleadas en los estudios presentados.

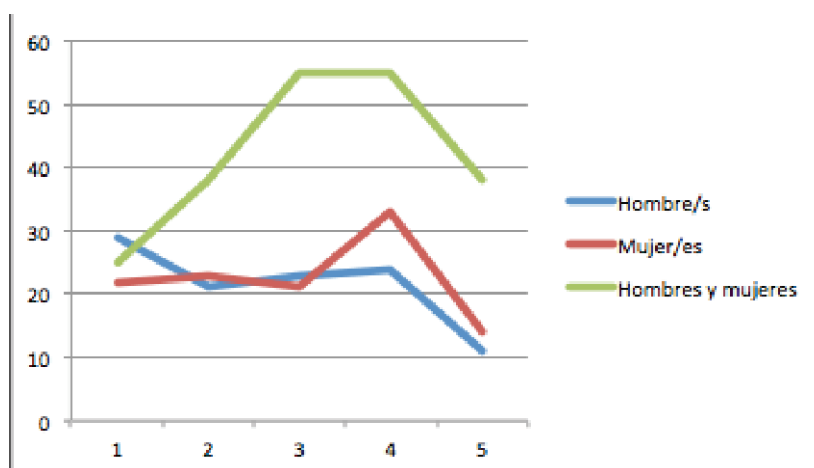


Figura 7. Histograma de frecuencias que permite visualizar las tendencias que ha seguido la composición de los equipos de investigadores a lo largo de los 5 congresos.

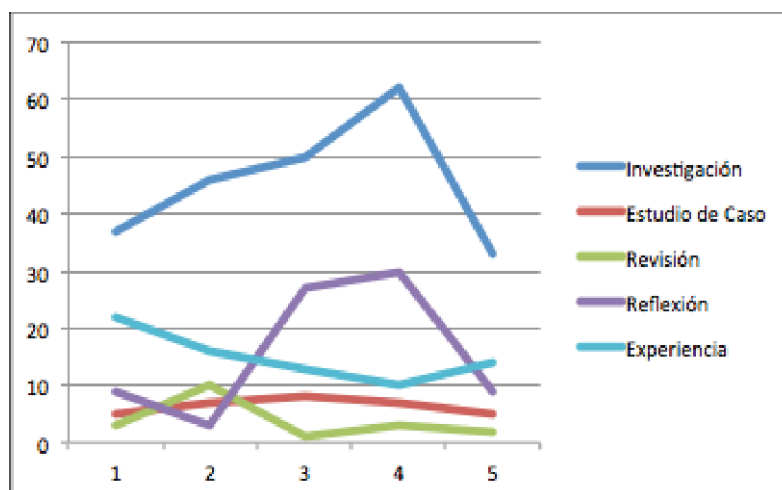


Figura 8. Histograma de frecuencias que permite visualizar las tendencias que han seguido las tipologías a lo largo de los 5 congresos.

En tercer lugar, la producción científica se concentra en pocos países. A la cabeza de ellos se sitúa Estados Unidos, que duplica la producción de España, que a su vez duplica la de países como Brasil, México o Italia. Cuando se producen investigaciones colaborativas, es el IHCM la institución que figura en casi todas ellas. En cuanto a las instituciones de origen de los investigadores, siguen una pauta geográfica muy similar, aunque con una mayor diversidad. Las Instituciones de referencia por nivel de producción son; el IHCM, la Universidad de Extremadura, la University of North Florida y la University of Graz.

En cuarto lugar, el área en la que se centran las comunicaciones con gran diferencia es la Educación (procesos de enseñanza y aprendizaje), apareciendo también la Industria y las TIC es este ranking, aunque con niveles 20 veces menores. En cuanto a la Educación, los niveles de estudio que más interés presentan para los investigadores son, por este orden, la Educación Superior, la Educación Secundaria y la Educación Primaria. Los resultados de la fase de análisis de palabras clave y del Tesaurus ERIC, así como la revisión narrativa de los *abstracts*, nos permitirá disponer de una visión más profunda de las temáticas en las que los mapas conceptuales son relevantes, una vez que se concluya.

En quinto y último lugar, en la tipología de las comunicaciones, domina claramente la Investigación, que triplica las que presentan experiencias de uso de mapas o reflexiones teóricas. Con menor rango aparecen los estudios de caso y, finalmente, las revisiones bibliográficas. En el caso de la Investigación, domina claramente la metodología cualitativa, que duplica en comunicaciones presentadas a la cuantitativa y a la mixta cualitativa-cuantitativa. Las tendencias, en este caso, indican un aumento significativo de la investigación (y en una dimensión menor la reflexión), mientras que han disminuido ligeramente los estudios de caso y las experiencias (véase la figura 8).

Referencias

- Ausubel, D. P., Novak y J. D., Hanesian, H. (1978): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (1983) México: Trillas.
- Ballester Vallori, A. (2002): *El aprendizaje significativo en la práctica. Cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Obtenido el 16 de Enero de 2013 desde www.aprendizajesignificativo.com
- Daley, B. J., Conceição, S., Mina, L., Altman, B.A., Baldor, M. y Brown, J. (2008). *Advancing Concept Map Research: A review of 2004 & 2006 CMC Research*. A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak, Eds. Concept Mapping: Connecting Educators Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping.
- Gijón, J. (2010). *Experiencia de uso de mapas conceptuales en enseñanza superior (CD Interactivo)*. Sevilla: Fundación ECOEM.
- Gijón, J. (2011). *La convivencia escolar como innovación en Andalucía*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- González, F. M. (2008, 2ª ed.): *El mapa conceptual y el diagrama UVE*. Madrid: Narcea.
- González, F. M.; Morón, Ciriaco; Novak, Joseph D. (2001) *Errores conceptuales. Diagnóstico, tratamiento y reflexiones*. Pamplona: Eunote. 307 pág.
- González, F. M., Veloz, J., Rodríguez, I., Veloz, E., Guardian, B. y Ballester, A. (2013). Los Modelos de Conocimiento como Agentes de Aprendizaje Significativo y de Creación de Conocimiento. *Revista Teoría de la Educación en la Sociedad de la Información*, pp.107-132.
- Martínez Nicolás, M. y Saperas-Lapiedra, E. (2011). La investigación sobre Comunicación en España (1998-2007). Análisis de los artículos publicados en revistas científicas. *Revista Latina de Comunicación Social*, 66, páginas 101-129. Obtenido el 13 de enero de 2014 de http://www.revistalatinacs.org/11/art/926_Vicalvaro/05_Nicolas.html
- Novak, J. D. & Cañas A. J.(2008) *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Obtenido el 16 de enero de 2014 de: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.
- Ríos Gómez, C. y Herrero Solana, V. (2005). La producción científica latinoamericana y la ciencia mundial: una revisión bibliográfica (1989-2003). *Revista Interamericana de Bibliotecología*. Vol. 28, No. 1, pp. 43-61.

SERO!: EVALUATING A CONCEPT MAPPING GAME FOR ITS POTENTIAL TO IMPROVE COGNITIVE CAPABILITIES

Brian Moon, Charles Johnston & Benjamin Tuxbury, Perigean Technologies LLC, USA
Robert Hoffman, Institute for Human and Machine Cognition, USA
Sean Guarino, Ryan Jarvis, David Young, Victoria Romero, Charles River Analytics, USA
Email: brian@perigeantechnologies.com; www.perigeantechnologies.com

Abstract. We are currently participating in a research project to investigate whether a training regimen including a Concept Mapping game, in combination with other cognitive game-based interventions, will increase cognitive capacities in high-performing adults. The goal of our effort is to put this training regimen through a series of rigorous tests of whether focused and deliberate practice can correlate to an improvement in adaptive reasoning and fluid intelligence. This paper describes the evidential base for our hypothesis that playing a Concept Map-based game will improve these cognitive capacities, the origins and implementation of the Concept Mapping game, and future directions.

Keywords: Sero!, Concept Mapping, Adaptive Reasoning, Problem Solving, Cognitive capabilities.

1 Introduction

We are currently participating in a research program to investigate whether a regimen of training interventions, including cognitive microgames and transcranial direct current stimulation (tDCS), may improve the adaptive reasoning and problem-solving capabilities of high-performing adults. The goal of our effort is to put this training regimen through a series of rigorous tests of whether focused and deliberate practice to determine if improvement in the games correlate with an improvement in adaptive reasoning skill.

Among the interventions proposed to improve adaptive reasoning and problem-solving skills is a Concept Mapping-based game – Sero!© – in which players associate randomly-selected concepts and interrelate them meaningfully. The game builds on the tradition of Concept Mapping (Novak and Gowan, 1984), and on the literatures on creativity and critical thinking in which creativity is generally defined as the discovery of new connections or relations among things that had not been combined previously.

This paper describes the evidential base for our hypothesis that the activity of Concept Mapping – i.e., playing Sero! – will improve adaptive reasoning skill. We also describe the origins and implementation of Sero! and future directions.

2 Evidential Base

As summarized by Hurley (2014), recent research suggests that adaptive reasoning skill and other cognitive functions may be improved through a variety of cognitive, neurological, and physiological interventions. Some of the research has been questioned on methodological and theoretical grounds, and very little of the research has focused on improvements in high-functioning adults. To our knowledge, no research has been conducted with regard to the notion that Concept Mapping as a cognitive activity may improve cognitive abilities, much less adaptive reasoning. However, previous research suggests that there are positive correlations between some aspects of Concept Mapping and adaptive reasoning abilities, and between the practice at game playing and in improvement in adaptive reasoning skill. We turn now to this research base.

2.1 Limited direct evidence of the benefits of Concept Mapping for adults

While there is vast evidence of the educational benefits of Concept Mapping (see CMC, 2004-2012), little is known about the potential *cognitive* benefits for adults. Moon, Hoffman, Novak & Cañas (2011) and Novak (2010) have described a range of applications of Concept Mapping undertaken by adults. The majority of the research has focused, on the utility of such applications for the intended uses—for example, as a method of structured analysis in the U.S. and Canadian intelligence communities (see Heuer and Pherson, 2011; Derbentseva et al., 2011). Some research has extended the typical focus on learning and assessment with Concept Maps into adult (primarily college- and post-graduate-aged) populations (c.f., Pottier, 2010). Moon,

Ross & Phillips (2010) demonstrated potential for learning assessment with adults using Concept Maps. Still others have researched how different approaches to and implementations of Concept Mapping may affect the outcomes of the effort – i.e., the Concept Maps – using adult participants (c.f., Derbentseva et al, 2007). But to our knowledge, the question of whether the activity of Concept Mapping may influence the cognitive abilities of adults has not been addressed. Indeed, the empirical evidence for such effects on children must be inferred based on (hypothetically) related outcome measures, such as test-taking performances (Novak, 2010). We only have a vague idea that Concept Mapping as an activity may influence cognitive capacity. Whether the activity of Concept Mapping can actually *improve* cognitive capacities in adults has not been examined.

2.2 *Tangential evidence of potential benefits*

Concept Mapping at its most basic level involves the cognitive activity of association wherein two or more concepts are meaningfully related with each other: “Linking words or phrases specify the relationship between the two concepts” (Novak and Cañas, 2006). More than this, psycholinguistic research has shown definitively that people can find meaningful semantic relations among concepts that would ordinarily be thought of as unrelated. Hoffman and Honeck (1979) referred to this as the “semantic infinity hypothesis.” Although it can be difficult, people can interpret sentences that are syntactically and semantically anomalous, and can agree on the semantic similarity of the interpretations of anomalous sentences.

The correlation of associative thinking and creativity has long been known. Indeed, the Remote Associates Test has been widely used as a measure of creative capacity (Mednick, 1962). Benedek et al. (2012) concluded through experimental study that specific associative abilities, such as the ability to draw associations between words, qualify as valid elementary cognitive abilities underlying creativity. Some researchers have examined the connection between associative thinking and creativity by moving beyond simple word association paradigms to examine the basis of “semantic memory” (Hoffman and Honeck, 1976; Honeck, Reichmann and Hoffman, 1975). According to Gruszka and Edward Necka (2002), the “data suggest that creativity may stem from abundant *connections between concepts* that constitute the semantic network” (emphasis added). More recently, researchers have explored the relationship between neurological underpinnings and abilities to perform remote associations (Haarmann, 2012). Thus, we can consider research into associative thinking and creativity as part of the evidence base for the notion that the activity of Concept Mapping may introduce effects on the cognitive abilities of adults.

2.3 *Evidence for the potential cognitive benefits of playing games*

Recent research has demonstrated that batteries of short, focused, and engaging games can be useful for enhancing cognitive capacities, including working memory, cognitive flexibility, problem-solving, and inhibition. For example, Cogmed© has developed and researched game-based working memory (WM) training tasks that lead to significant improvements in children (Bergman et al., 2011), children with ADHD (Klingberg et al. 2005) and adult stroke patients (Westerberg et al., 2007). Jaeggi et al. (2008) showed that extensive training with WM tasks—in this case, the Dual N-Back Task—improves performance on independent WM tasks and on fluid intelligence tasks. Parallel work in industry has led to commercial microgame suites, including Brain Age©, Big Brain Academy©, Flash Focus©, and Lumosity© (Gwinn, 2008; Hardy and Scanlon, 2009), that provide a wide range of interventions for other cognitive capacities. While these games show enormous potential for improving cognitive performance, they have done so without significant empirical evidence and methodological control conditions that are desired to demonstrate actual effects – i.e., controlled behavioral and neurocognitive testing. It is therefore unclear if these tools are truly effective, and, even if effective, it is unclear whether any such effects may be due to game content or the presentation and potential engagement value of the game (Ackerman et al., 2010; Redick & Engle, 2006). Notably, the research has not established whether such games generalize to and across healthy adult populations, or whether the skills or concepts learned in the games actually show the desired “far transfer” to cognition in daily life or in professional work (Hoffman et al., 2013).

Concept Maps have been studied within game-based learning experiences. Collier and Scott (2009), for example, used Concept Maps as an evaluation instrument for a game based course. Their use was associated with students’ deeper understanding relative to a typical lecture-and-text based course. Kwon and Cifuentes (2009) used collectively constructed and individually constructed concept maps to explore their differing effects on learning through game play. But no previous research has explored Concept Mapping as a game.

Taken together, these research directions provide tentative support for the idea that purposefully engaging in game-based, associative thinking activities – e.g., Concept Mapping – may have positive benefits on adults’ abilities to be creative and solve problems. We are testing this notion through the use of Sero!.

3 Sero!

Sero! is a single-player, computer-based game based on some of the cognitive activities involved in Concept Mapping. The title “Sero” is derived from Latin for “I join together.”

3.1 Origins

Sero! was conceived in 2012 during an introductory workshop on Applied Concept Mapping (Moon et al., 2011). The lead author, Mr. Moon, was introducing a group of patent attorneys, marketers and technical scientists from a major global food producer to Concept Maps and their potential use in brainstorming, project management, and knowledge elicitation. In order to stimulate an exercise in creating Concept Maps, Mr. Moon provided the group with a set of concepts that were well-known to the group and their work – e.g., “patents,” “ingredients” – along with a few concepts that, ostensibly, were unrelated to the rest of the concepts or the group’s work – e.g., “horse”. During the exercise, it was apparent that the group was intensively engaged in the task of generating a *sensible* Concept Map from this mixed set of concepts. Interestingly, two participants asked whether a “right” answer was going to be provided at the end of the exercise – i.e., the participants assumed that the concepts could be associated with each other in such a way as to reveal an underlying puzzle or theme. Following the exercise, most of the participants reported enjoying the experience, though a few also noted some frustration at the lack of a “right” answer.

This experience – conducted with high functioning adults –suggested that Concept Mapping potentially held some appeal as a game, particularly when a fundamental idea from meaningful learning is turned on its head; namely, “the fundamental idea in Ausubel’s cognitive psychology...that learning takes place by the assimilation of new concepts and propositions into existing concept propositional frameworks held by the learner” (Novak and Cañas, 2006). Sero! was designed to purposefully introduce random concepts in order to exercise a player’s ability to impose a propositional framework on them, rather than to assimilate the concept into their existing framework(s).

3.2 Implementation

3.2.1 Rules

Sero! enables players to meaningfully relate a random set of concepts, under a set of game rules, and receive feedback on their resulting Concept Maps. For each game, the player is presented with a set of 6-12 randomly selected concepts (words) and a shape. The player is expected to relate all of the concepts into a meaningful diagram, using the traditional Concept-Relation-Concept propositional format. The concepts must be interrelated *in the context of a sensible theme*. Players can state the theme of their map at any time. The player may add a Wild Word (i.e., a new word of the player’s choosing), if the option is available. A game provides for the use of 0, 1 or 2 Wild Words, but their use is optional in order to make the map cohere. The player is also expected to include the particular shape that is given *somewhere within the Concept Map*. Shapes are Fans, Chains, and Loops, as shown in Figure 1, and only require use of three concepts.



Figure 1: Sero! shapes.

Players receive a score for each map that is completed. Points are scored by: (1) relating and connecting concepts and (2) achieving the shape. Sero! also includes a mechanism for comparing linking phrases against a set of commonly used links – for example, “—is a—,” and “—includes—.” Only partial credit is earned for commonly used linking phrases.

3.2.2 Software

Sero! is currently implemented in HTML and Javascript. The main components of Sero! are the graphical user interface (GUI) and datastore. The components and their purposes are described in Table 1. Figures 2 and 3 show the current GUI components that are denoted in Table 1 with an *. Components in italics are available to and engaged by players.

Table 1: Components of Sero!

Component	Subcomponent	Purpose(s)
Graphical User Interface (GUI)	<i>Add Linking Phrase*</i>	Create linking phrase
	<i>Edit Mode</i>	Edit and delete linking phrases
	<i>Wild Word</i>	Set number of Wild Words; Add a Wild Word
	<i>Done Button</i>	Activates Scoring Mechanism; Stores map and theme
	<i>Theme Box</i>	Enter theme for map
	<i>Shape Display*</i>	Selects and displays shape; Displays shape achievement
	Springy Graph	Force directed graph layout algorithm that automatically positions words in relation to other words and linking phrases
Random Word Generator	Wordlists	Deliver sets of random words for each map
Scoring Mechanism	Score Displays	Calculate score for each map and display in GUI
	Common Linking Phrase Comparison	Calculate partial score for common linking phrases
Datastore		Store all propositions, maps, themes
Difficulty Manager		Set number of words and Wordlist based on players' cumulative score
<i>Help</i>		Instruct players about functions and rules
<i>Nominate</i>		Enable review of players' own maps, and self-nomination of maps for review by other players
<i>Review</i>		Enable review of other players' maps, and judging based on sensibility and creativity



Figure 2: Sero! Screenshot for Add Linking Phrase Subcomponent.

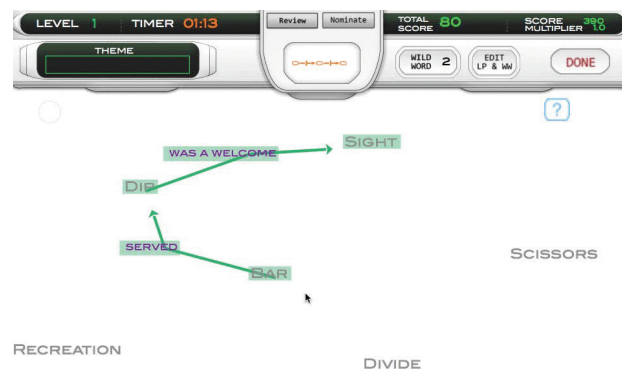


Figure 3: Sero! Screenshot for Shape Display – Chain Shape.

Of special interest are the use of the springy graph (see Table 1), and the nominate and review functions. The springy graph was implemented in order to reduce burden on the player of spatially organizing the map. The nominate and review functions were created to encourage players to create “good” Concept Maps, and to help players improve their skill at the game.

3.3 Similarities and Differences between Sero!, Concept Mapping, and Other Creativity Activities

Sero! shares many similarities with traditional Concept Mapping. Sero! is most similar to “select and fill-in” Concept Mapping (SAFI; Schau et al., 1997), with the obvious difference being that all of the concepts are to be used by the player. The SAFI has been broadly used as a learning assessment technique. Indeed, SAFI Concept Mapping has been described as the preferred approach for using Concept Mapping as an Interactive Computer Task in the United States’ National Assessment of Educational Progress’ Science Framework (WestEd and CCSO, 2011):

In a concept-mapping task, students should be given a set of six to eight concept terms and be asked to construct a map linking pairs of terms with directed arrows. Students should label each arrow with a word or phrase that explains the relationship between a pair of concept terms (p. 98).

Sero! also uses shapes to challenge players. The shapes are reminiscent of common patterns observed in traditional Concept Maps. For example Kinchin and Hay (2000) identified spokes (radial structure in which all the concepts are related to a central or unifying concept), chain (a linear sequence in which each concept is only linked to those immediately above and below), and net (highly integrated and hierarchical network). Whereas Kinchin and Hay suggested these sorts of patterns may be indicative of learning, Sero! implements shapes as a constraint to the play.

In our observations, playing Sero! involves both deductive and inductive thinking processes—where deductive is thinking from theory/theme to facts/words, and inductive is thinking from facts/words to theory/theme. That is, players can sometimes see a set of concepts and quickly grasp a unifying theme; for other games, players associate the concepts piecemeal, building toward a unifying theme. Flores (2009) observed in the context of mathematics education that Concept Mapping enables both processes. Pierre Pottier (2010) used Concept Maps in conjunction with a think-aloud protocol to assess medical problem-solving skills as a means of diagnosing how their students think when they are confronted with clinical problems—i.e., whether they used inductive or deductive reasoning. Concept Mapping seemingly supports both types of thinking, and playing Sero! enables players to experience and exercise both.

Sero! is also different from traditional Concept Mapping. The goals of playing Sero! include playing and achieving a high score. While enjoyment has been studied as a mediating factor in the use Concept Mapping in learning contexts (Schaal, 2010), and the advantages of play for learning have long been known (Zigler, 1972), learning and playing are not the same goals, particularly when play involves achieving and accumulating a score or other achievement. In an interesting exploration of the interplay of Concept Maps, games and fun, Charsky and Ressler (2011) examined students’ motivation to learn history concepts while playing a commercial, off-the-shelf computer game. They found that using a conceptual scaffold – i.e., Concept Maps – to support learning may actually decrease students’ motivation to learn classroom material through game play. They suggested that the Concept Maps make game play less autonomous, creative and active. In the words of one of the student participants: “Games are made for one purpose: fun,” whereas the Concept Maps were seen as a learning activity that took away from fun. Sero! is intended to be fun. In a series of demonstration events with children and (young) adults, we have observed that many players thoroughly enjoy the experience, as evidenced by comments such as, “When can I have this?,” “I don’t want to stop playing!,” and “I could get addicted to this!” We speculate that Sero! can drive better cognitive improvements because players will be more driven to play what is ultimately an engaging game experience. Indeed, positive affect inducing experiences have been shown to facilitate problem solving and creativity skills, including associative thinking (Isen et al., 1987). Whether Sero! can induce similar effects through practicing such skills while having fun is the focus of our research.

Currently, the scoring of performance in Sero! is a function of achievements – i.e., linking words and making shapes. Below we discuss future directions with scoring. But it is important to note that Sero!’s approaches for assessing achievement are quite different from most of the uses of Concept Mapping to assess learning achievement, and different still from methods to evaluate the “goodness” of a Concept Map. Scores and other elements of achievement in Sero! (e.g., within-game indications, such as animations) are tools for satisfying psychological needs that can be fulfilled by the playing of games, for example competing for rewards and feeling competent and creative (Tekofsky, 2014). Chatfield (2010) summarized seven features used by popular video games to create a reward structure that uses a person’s natural inclination to associate certain activities with pleasurable neurotransmitter release, increasing engagement and providing the motivation to continue playing for long periods of time. These features include experience bars to measure progress, multiple long-term and short-term goals, rewards for effort (and uncertainty in those rewards), clear feedback, and narratives linking different aspects of a game. Sero! incorporates features like these in an effort to enhance the

play experience. Thus, being good at playing Sero! does not equate to being knowledgeable about any particular topic, or even being good at traditional Concept Mapping.

Sero! also disregards the traditional “semi-hierarchical” morphology that defines “good” Concept Maps (Moon et al., 2011b). Our initial reason for implementing the springy graph was to relieve players of the task burden of moving concepts, and thus maintaining players’ primary focus on creating associations. Observations of players revealed an unexpected benefit: the animation of the springy graph enhances the enjoyability of the game, as indicated by comments such as, “I really like how it moves around.” While spatial orientation is certainly a key element in traditional Concept Maps, watching the shape of one’s map emerge through animation is fun for players of Sero!.

Sero! can also be compared to other creativity measurement activities. To our knowledge the activity of word associations has not been studied for its potential to enhance adaptive reasoning skill. The specifications of associations in Sero! is much closer to traditional Concept Mapping than typical word association tasks and games (c.f., Nelson et al., 1998) in which a single word is presented and a second word that is thought to be associated with the first is elicited from a player. Games that build on this approach include Word to Word© in which lists of word are provided for a player to match, and Chain of Thought© in which sets of words are provided for a player to associate serially. Sero! requires players to describe specific relations to form an integrated set of propositions, in the tradition of Concept Mapping.

4 Sero! Research

Our team is participating in a program to develop and test interventions proposed to improve adaptive reasoning capabilities. Sero! is part of a broader suite of interventions that includes other “brain training” microgames, mindfulness practice, and tDCS. These interventions will be tested in a series of experiments to determine whether and how they may affect adaptive reasoning capabilities. Of interest for Sero! is the integration of Sero! with other microgames.

4.1 Brief review of development process

We have built and are refining a set of four microgames, including Sero!. The other three games are grounded in existing instruments for measuring putative components of adaptive reasoning – e.g., working memory, cognitive flexibility, and inhibition. These instruments are commonly used in neurocognitive studies because they link task performance to presumed neurological mechanisms. We have constructed games that are designed to improve these capabilities through a challenging regime of increased difficulty and cognitive challenge. Sero! provides a fourth game that we hypothesize is more directly linked to creativity, which we also believe will enhance adaptive reasoning. We are empirically testing each of these games separately, and the combination of the games as a full-scale intervention, in our ongoing research.

4.2 Brief review of experimental design

Our empirical studies will test whether the various features of our microgames provide for interventions that improve adaptive reasoning for high-performing adults. We are conducting research to understand causal relations between training, task performance, and neural activity.

In early phases of the program, participants will play the games for a set period of time (e.g., 40 minutes per day, five days per week, over the course of four weeks), either playing one of the four games alone, or splitting time equally between the four games. We plan to identify the conditions under which different microgames might be used for different individuals to tailor the games. We will collect pre-, during- and post-intervention measures of cognitive performance and neurophysiological impacts. In later phases of the program, the selection of the games will be tailored to individual participants on a weekly basis. Additionally, in our later studies, subjects will be scheduled to visit a lab once per week for an in-person training session in which the cognitive microgame intervention will be paired with tDCS treatments targeting the associated brain regions.

4.3 Challenges to demonstrating effects

There are many challenges to demonstrating the potential effects of practice at Concept Mapping on an individual’s adaptive reasoning capabilities. First and foremost is the challenge of creating a game experience based on Concept Mapping, especially a software-based game. There are clear advantages to playing Sero! as a

software game – e.g., ease of serving turns to players, calculating scores, tracking player progress across games. However, implementation has been challenged by the tradeoff between ensuring high quality gameplay and stifling creativity. For example, the semantics for creating linking phrases are not restricted, as is the case with traditional Concept Mapping. Players are free to create the links that make sense to them and in the context of their themes. While computer capabilities such as spell-checkers and natural language processing (NLP) tools can be useful for mitigating the use of junk linking phrases (i.e., strings of text that are not words), imposing these technologies can disrupt fun (as in fixing spelling errors) and the discourage creativity (as in NLP processes not appreciating the nuance of meanings and language).

Another challenges lies in the difficulty of determining causality in our experimental tests. We face two challenges here. First is the challenge of isolating the effects on performance of playing Sero!, given that participants will engage in other interventions. While this challenge can be partially addressed through experimental design, isolating effects without the possibility of confounds is a challenge for any program of cognition research. Indeed, one particularly challenging confound within our experimental design concerns the potential mediating effect of motivation (i.e., “fun”). Our participants will be engaged in an experiment, and thus will be motivated by factors in addition to fun. Moreover, it is likely that while some may find playing Sero! to be fun, not everyone will. Teasing apart the “fun factor” and its effects on performance will be difficult. Another challenge will be correlating the activity of Concept Mapping with underlying neurocognitive functions. Neurocognitive correlates for complex problem-solving tasks tend to be more spread out across a range of regions (Anderson et al., 2005, Danker & Anderson, 2007). It is likely that our results will serve to point to new hypotheses about what happens in the brain when adults engage in Concept Mapping.

5 Future Directions with Sero!

We have described Sero! and its role in our experimental program, which will be ongoing throughout 2014. We expect the results of the experimental efforts by 2015 to demonstrate whether the activity of Concept Mapping holds the potential to improve adaptive reasoning capabilities in adults.

We also expect to continue to develop Sero! in several directions. The development of app versions of Sero! is underway, allowing for tablet and smartphone play. Such versions will also allow for the introduction of social play, beyond the nominate and review functions that are currently implemented. Given the psychological rewards that we believe Sero! can stimulate, enabling social play should serve to enhance the play experience by magnifying the value of the rewards through social interaction. Indeed, we have observed many instances of players wanting to share their Sero! maps with friends. We also envision additional user controls of the game elements (e.g., word lists) and experience (e.g., increasing difficulty level, time limits), introducing new shapes and interactions, and repurposing Sero!’s architecture for other uses.

6 Acknowledgements

This work is supported by the Intelligence Advanced Research Projects Activity (IARPA) under contract 2014-13121700006. The U.S. Government is authorized to reproduce and distribute reprints for Governmental purposes notwithstanding any copyright annotation thereon. The views and conclusions contained herein are those of the authors and should not be interpreted as necessarily representing the official policies or endorsements, either expressed or implied, of IARPA or the U.S. Government.

References

- Ackerman, P. L., Kanfer, R., & Calderwood, C. (2010). Use it or lose it? Wii brain exercise practice and reading for domain knowledge. *Psychology and aging*, 25, 753.
- Anderson, J. R., Albert, M. V., & Fincham, J. M. (2005). Tracing problem solving in real time: Fmri analysis of the subject-paced tower of hanoi. *Journal of cognitive neuroscience*, 17, 1261-1274.
- Benedek, Mathias, Tanja Könen, and Aljoscha C. Neubauer. (2012). Associative abilities underlying creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* 6.3, 273.
- Bergman-Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., and Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A controlled, randomized study. *Developmental science*, 14, 591-601.
- Chatfield, T. (2011). *Fun Inc: Why games are the twenty-first century's most serious business*. Random House.

- Charsky, D., and Ressler, W. (2011). Games are made for fun: Lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games. *Computers & Education* 56.3, 604-615.
- CMC, 2004-2012. *Proceedings of the International Conference on Concept Mapping*. Online at cmc.ihmc.us.
- Coller, B. D., & Scott, M. J. (2009). Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering. *Computers & Education*, 53(3), 900-912.
- Danker, J. F. & Anderson, J. R. (2007). The roles of prefrontal and posterior parietal cortex in algebra problem solving: A case of using cognitive modeling to inform neuroimaging data. *Neuroimage*, 35, 1365-1377.
- Derbentseva, N., Safayeni, F., and Cañas, F. (2007). Concept maps: Experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching* .44.3. p. 448-465.
- Derbentseva, N. and David R. Mandel. (2011). Using concept maps to improve the practice and organization of intelligence in Canada." B. Moon, R. Hoffman, JD Novak, & AJ Cañas (Eds.), *Applied concept mapping: Capturing, analyzing, and organizing knowledge*, 109-130.
- Flores, R.P. (2009). Concept Mapping: An Important Guide for the Mathematics Teaching Process. In *Concept Mapping in Mathematics*. Springer US. 259-277.
- Gruszka, A. & Necka, E. (2002). Priming and acceptance of close and remote associations by creative and less creative people. *Creativity Research Journal* 14.2 193-205.
- Gwinn, E. (2008). Mind games. <http://www.military.com/entertainment/games/game-news/mind-games> [On-line].
- Haarmann, Henk J., et al. (2012). Remote Associates Test and Alpha Brain Waves. *Journal of Problem Solving* 4.2..
- Hardy, J. & Scanlon, M. (2009). The science behind lumosity. San Francisco, CA: Lumos Labs.
- Heuer, R., and Pherson, R. (2011). *Structured Analytic Techniques for Intelligence Analysis*. CQ Press.
- Hirst-Pasek, K. & Golinkoff, R.M. (2003). *Einstein never used flash cards*.
- Hoffman, R., Ward, P., Feltovich, P., DiBello, L., Fiore, S., and Andrews, D. (2013). *Accelerated Expertise: Training for High Proficiency in a Complex World*. Psychology Press.
- Hoffman, R. R. and Honeck, R. P. (1979). She laughed his joy and she cried his grief: Psycholinguistic theory and anomaly. *The Psychological Record*, 29, 321-328.
- Hoffman, R. R. and Honeck, R. P. (1976). The bidirectionality of judgments of synonymy. *Journal of Psycholinguistic Research*, 5, 173-178.
- Honeck, R.P., Riechmann, P. and Hoffman, R.R. (1975). Semantic memory for metaphor: The conceptual base hypothesis. *Memory and Cognition*, 3, 409-415.
- Hurley, Dan. (2014). *Smarter: The New Science of Building Brain Power*. Penguin UK.
- Isen, A. M., Daubman, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of personality and social psychology*, 52(6), 1122.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., and Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 6829.
- Kinchin, I., Hay, D., & 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.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forssberg, H., and Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with adhd-a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44, 177-186.
- Kwon, S. Y., & Cifuentes, L. (2009). The comparative effect of individually-constructed vs. collaboratively-constructed computer-based concept maps. *Computers & Education*, 52(2), 365-375.
- Mednick, S.A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220-232.
- Moon, B., Hoffman, R., Novak, J. & Cañas, A. (2011a). *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*. New York: CRC Press.
- Moon, B., Hoffman, R., Eskridge, T. & Coffey, J. (2011b). Skills in Concept Mapping. In Moon, B., Hoffman, R., Novak, J. and Cañas, A. (eds.) *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*. pp. 23-46.
- Moon, B., Ross, K., & Phillips, J. (2010). Concept Map-based Assessment for Adult Learners. Cañas, J., Sánchez, J., and Novak, J. (Eds.) *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping*. Viña del Mar, Chile.
- Nelson, D. L., McEvoy, C. L., & Schreiber, T. A. (1998). The University of South Florida word association, rhyme, and word fragment norms. <http://www.usf.edu/FreeAssociation/>.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Routledge.
- Novak, J. D., and Cañas, A. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. IHMC.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.

- Pottier, P., Hardouin, J. B., Hodges, B. D., Pistorius, M. A., Connault, J., Durant, C., ... & Planchon, B. (2010). Teaching with cognition: Exploring how students think: a new method combining think-aloud and concept mapping protocols. *Medical Education*, 44(9), 926-935.
- Redick, T. S. & Engle, R. W. (2006). Working memory capacity and attention network test performance. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 713-721.
- Schaal, S. (2010) Enriching traditional biology lectures--digital concept maps and their influence on achievement and motivation. *World Journal on Educational Technology* 2.1.
- Schau, C., Mattern, N., Weber, R.W., Minnick, K., & Witt, C. (1997). Use of fill-in concept maps to assess middle school students' connected understanding of science. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago*.
- Tekofsky, S. (2014). Theory of Gaming Motivation. Available online at <http://www.thinkfeelplay.com/theory-of-gaming-motivation>.
- WestEd and Council of Chief State Officers. (2008 & 2010) Science Framework for the 2009/2011 NAEP.
- Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Östensson, M. L., Bartfai, A., and Klingberg, T. (2007). Computerized working memory training after stroke-a pilot study. *Brain Injury*, 21, 21-29.
- Zigler, Edward. (1972). Play and child development. *Journal of Health, Physical Education, Recreation* 43.6: 26-28.

SRC-DV: SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Diego Freire da Silva & Willians Santos de Oliveira, Universidade Salvador, Brasil
Claudia Pinto Pereira Sena, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
Email: diegofreire@powersyst.com.br

Resumo. Com a possibilidade de armazenamento e compartilhamento de um grande volume de informações, proporcionados pelos avanços tecnológicos, a sociedade se “vê” imbricada neste cenário, precisando criar alternativas inclusivas e soluções que permitam que todos, sem exceção, possam ter acesso eficaz aos avanços, às informações e aos conhecimentos gerados. De modo geral, a pessoa com deficiência visual, desde aquelas com deficiência congênita até as que perderam sua visão por alguma doença degenerativa, ou até mesmo, em acidentes, precisa se adaptar a esse “novo” cenário. A carência do sentido da visão e a ausência de interfaces computacionais que não sejam somente visuais acabam gerando uma exclusão sociodigital deste público. Diante deste contexto, no qual o acesso às informações e aos conhecimentos se torna cada vez mais necessário para a convivência social, este artigo objetiva apresentar um sistema de representação do conhecimento para pessoas com deficiência visual (SRC-DV), em um ambiente computacional, que utiliza os conceitos relacionados a mapas conceituais como aporte teórico para a sua construção. O SRC-DV permite, ao usuário, a criação de suas próprias representações em uma interface baseada na síntese de voz. Como também oferece uma interface gráfica, além da vocal, possibilita o compartilhamento de informações entre os diferentes públicos, com e sem deficiência visual, favorecendo a difusão do conhecimento e proporcionando a integração social.

Palavras-chave: Representação do Conhecimento, Mapa Conceitual, Pessoa com Deficiência Visual, Inclusão Sociodigital

1 Introdução

Os avanços tecnológicos vêm proporcionando, cada vez mais, a possibilidade do armazenamento de um grande volume de informações. Atualmente, por meio de um dispositivo conectado à internet, é possível a obtenção e a difusão de informações em diferentes áreas de conhecimento. Neste sentido, várias ferramentas são desenvolvidas para diferentes tipos de dispositivos e usuários, demandando, do desenvolvedor, preocupações também em relação à interação homem-máquina. É possível, por exemplo, efetuar uma ligação telefônica a partir de um toque no botão do aparelho móvel, seja ele *touchscreen* ou físico, ou simplesmente através de um comando de voz. Segundo Leite (1998), uma interface de usuário é a parte do artefato de software com a qual o usuário entra em contato físico, perceptivo e cognitivo, para a realização de tarefas específicas. Atualmente, a linguagem visual por meio das interfaces gráficas ainda é a forma mais predominante de interfaces dos ambientes computacionais, excluindo a possibilidade de interação de pessoas com deficiência visual (DV), que precisam de outras modalidades de interação, em especial aquelas que fazem uso do teclado e recursos de voz (i.e. síntese e reconhecimento).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2010), mais de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo apresenta algum tipo de deficiência. No Brasil, segundo o último censo, realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), aproximadamente 46 milhões de pessoas, ou 24% da população total, têm alguma deficiência e, destes, 19% apresentam deficiência visual. As pessoas com deficiência visual agrupam tanto aqueles que apresentam cegueira, que vai desde a incapacidade de indicar projeção de luz até a perda total de visão; quanto às pessoas com baixa visão, que são aqueles que possuem prejuízo da função visual, mesmo depois do tratamento e/ou correção refrativa habitual (OMS, 2010).

Estes dados indicam que pessoas com deficiência visual são uma parcela significativa da sociedade, que acaba sofrendo alguma exclusão digital e, consequentemente, social, com o predomínio das interfaces gráficas. A partir da necessidade de inclusão de toda e qualquer pessoa, surge o conceito de Tecnologia Assistiva (TA), que, segundo o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (Brasil, 2009).

Diante do contexto acima, este artigo apresenta o Sistema de Representação do Conhecimento para Pessoas com Deficiência Visual (SRC-DV), que objetiva a inclusão sociodigital desse público, permitindo que possam representar seus conhecimentos em um ambiente computacional, com o uso da síntese de voz e/ou comandos no teclado. Esta é uma proposta de trabalho iniciada a partir das investigações de doutorado intitulado

“Colaboração e mediação no processo de construção e representação do conhecimento por pessoas com deficiência visual, a partir da utilização da aprendizagem baseada em problemas” (Sena, 2014), que vem estudando o universo das pessoas com deficiência visual, na tentativa de apresentar soluções tecnológicas e reflexões educacionais correlacionadas. Como é uma proposta inclusiva, pretende-se, com o SRC-DV, permitir a inclusão não só das pessoas com DV, mas também dos chamados videntes, aqueles sem problemas visuais. Para tanto, oferece duas interfaces, uma vocal e com uso do teclado, e outra visual, com representação dos conceitos e conhecimentos adquiridos em forma de mapa conceitual, explicadas em detalhes na Seção 3.

Este artigo está dividido em seis seções, incluindo a introdução e as referências. A Seção 2 traz uma breve definição de mapas conceituais e ferramentas disponíveis para a criação dos mapas em um ambiente computacional; a Seção 3 aborda sobre o Sistema de Representação do Conhecimento para Pessoas com Deficiência Visual, desde o seu objetivo, a metodologia de desenvolvimento, uma visão funcional do sistema até a descrição do protótipo Web. Por fim, a Seção 4 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros pretendidos e a Seção 5, os agradecimentos.

2 Mapas Conceituais

Segundo Novak e Gowin (1984), os mapas conceituais são um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceituais incluídos em uma estrutura de proposições. Entenda-se uma proposição como uma unidade semântica com pelo menos dois conceitos interligados por uma frase de ligação. Segundo Moreira (2012), eles são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos e para argumentar:

A elaboração de mapas conceituais está intimamente relacionada com os conhecimentos estruturados na memória de longa duração do aprendiz, em forma de redes semânticas ou, alternativamente, de esquemas, com elementos interligados formando conjuntos, de modo significativo (LOPES, 2007, p.80).

Podemos construir um mapa conceitual utilizando apenas recursos triviais como um lápis e um papel, porém, atualmente existem várias ferramentas disponíveis para o desenvolvimento e leitura de mapas conceituais com a utilização de um ambiente computacional, facilitando esta tarefa e proporcionando aos mapas um visual atraente. Novak e Gowin (1984) ressaltam a importância do impacto visual dos mapas, quando dizem que “os bons mapas conceituais são concisos e mostram as relações entre as ideias principais de um modo simples e vistoso, aproveitando a notável capacidade humana de representação visual”. Diante do exposto, percebe-se que é inerente aos mapas conceituais a necessidade do recurso visual, inclusive sua nomenclatura – Mapa – já é um indicativo desta característica. Neste sentido, a maioria das tecnologias disponíveis prioriza ou disponibiliza uma interface visual, como, por exemplo, o CMapTools, uma das ferramentas mais conhecidas com este objetivo (Cañas, Novak e González, 2004).

Neste cenário, por carência da visão, as pessoas com deficiência visual ficam excluídas do desenvolvimento de mapas conceituais que utilizem ferramentas tecnológicas. Segundo Sanchez e Flores (2010), o déficit cognitivo de aprendizagem para pessoas com deficiência visual está mais relacionado à falta de estímulo do que a falta de visão, e completam que os mapas conceituais promovem uma série de recursos que facilitam o processo de aprendizagem. Pensando nos mapas conceituais como uma ferramenta de aprendizagem e troca de conhecimentos, Sanchez e Flores (2010) propuseram um sistema que auxiliasse pessoas com deficiência visual na construção de mapas conceituais por meio da síntese de voz, permitindo organizar hierarquicamente os conceitos, e reconhecer as posições de uns em relação a outros, através de sons e toques associados (síntese) às respectivas posições/níveis de hierarquia. Embora utilizem a síntese da fala, associam recursos gráficos espaciais, portanto, referencial visual, para a elaboração da interface do sistema.

Assim como Sanchez e Flores (2010), este artigo demonstra uma ferramenta que possibilita a representação do conhecimento por pessoas com e sem deficiência visual, e possibilita a conversão dessa representação para um mapa conceitual, colaborando na troca e no compartilhamento de informações, assim como no possível enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem utilizando a tecnologia a favor da sociedade. A diferença principal, se comparado ao trabalho de Sanchez e Flores (2010), é que se utiliza, nesta proposta, de um referencial textual/vocal e não gráfico/espacial, para que as pessoas com deficiência visual possam construir e navegar pelo sistema.

3 Sistema de Representação do Conhecimento para Pessoas com Deficiência Visual (SRC-DV)

Em um cenário no qual as representações do conhecimento, em sua grande maioria, são desenvolvidas e pensadas por pessoas sem deficiência visual, priorizando, assim, o domínio de uma linguagem visual na representação de um conhecimento (e.g. um livro, um mapa conceitual, um quadro, dentre outras), o software proposto e descrito por este artigo objetiva permitir o compartilhamento e a troca de informações entre pessoas com e sem deficiência visual, por meio de um ambiente computacional inclusivo, proporcionando a quebra do paradigma de que uma pessoa com deficiência visual não possa representar ou obter conhecimentos de pessoas sem deficiência visual, por meio de um componente computacional que permita essa interação. Dessa forma, seria possível para uma pessoa com deficiência visual desenvolver seus próprios mapas conceituais ou fazer leitura de mapas conceituais construídos por um indivíduo sem deficiência visual.

3.1 Metodologia de Desenvolvimento

Os estudos sobre as pessoas com deficiência visual, interfaces, interação homem e máquina, banco de dados, representação do conhecimento, desenvolvimento de software, dentre outros, permitiram a obtenção de conhecimentos teóricos e práticos para o projeto de desenvolvimento de um software, cujo principal objetivo é a representação do conhecimento para pessoas com deficiência visual. Neste sentido, adotou-se como metodologia de desenvolvimento o método iterativo incremental.

Segundo Sommerville (2007), o ciclo de vida de desenvolvimento de um software é dividido em etapas, sendo elas: planejamento; análise e especificação de requisitos; projeto; implementação; e testes. Ainda segundo Sommerville, com o método iterativo incremental, é possível que alguns requisitos do sistema sejam parcialmente selecionados para que o desenvolvimento do software seja iniciado. A partir daí, é definida uma série de interações de entrega, nas quais é fornecido, em cada uma delas, um subconjunto de funcionalidades executáveis. Segundo Pressman (2006, p.40),

O modelo incremental combina elementos do modelo em cascata aplicado de maneira iterativa. O modelo incremental aplica sequências lineares de uma forma racional à medida que o tempo passa. Cada sequência linear produz incrementos do software possíveis de serem entregues.

Neste artigo, apresentam-se resultados da etapa de planejamento, tais como a interface, funções e maneiras de usabilidade; análise e especificação de requisitos. A próxima seção apresenta uma visão funcional do software, as funcionalidades, as telas do sistema e os estilos de interação com o usuário.

3.2 Visão Funcional do Software

O software tem como principal funcionalidade possibilitar que usuários com e sem deficiência visual construam e efetuem a leitura de uma representação do conhecimento, permitindo assim, a inclusão destes públicos. Associados à funcionalidade principal, estão listados, no Quadro 1, outros requisitos. Estas funcionalidades foram desenvolvidas a partir do referencial bibliográfico e, principalmente, a partir do “olhar” e dos aportes conceituais e empíricos do trabalho de doutorado de Sena (2014). Uma vez que um protótipo funcional já foi desenvolvido, apresentado na Seção 3.3, atualmente o projeto encontra-se em fase de testes de software com o público alvo do sistema, para validação e realização de possíveis melhorias em sua usabilidade.

Quadro 1: Requisitos Funcionais do SRC-DV (Fonte: Própria, 2013).

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Cadastrar usuários, com seu respectivo perfil: pessoa com DV, baixa visão, vidente;2. Fazer <i>login</i> e habilitar o perfil do usuário;3. Permitir ampliar letras para favorecer que pessoas com visão subnormal utilizem o software sem utilização da síntese de voz. Com o perfil de baixa visão, perguntar se o usuário deseja síntese, ampliação das letras ou ambos;4. Permitir desabilitar ou habilitar a síntese de voz para que usuário possa optar por utilizar ou não a síntese;5. Permitir que o usuário, por meio de uma tecla de atalho, possa solicitar repetição da última síntese realizada no sistema;6. Permitir que o usuário retorne para a tela principal do sistema, a partir de qualquer outra tela, através de um atalho no teclado;7. Permitir que o usuário efetue <i>logout</i> do sistema por meio de tecla de atalho, a partir de qualquer tela, desde que o mesmo esteja logado;8. Permitir que o usuário edite seu perfil após seu cadastro;9. Informar ao usuário as teclas de atalho disponíveis na opção selecionada; |
|--|

(continuação)

10. Criar uma **RP (representação do conhecimento)**
 - a. Criar conceito
 - i. Autoidentificar se o mesmo é ou não um conceito raiz;
 - b. Permitir o autorrelacionamento;
 - c. Permitir a multi-hierarquia;
 - d. Criar um mecanismo para sugestões de possíveis conceitos e frases de ligações, tendo como base outras representações disponíveis no sistema;
 - e. Permitir a exclusão de uma proposição;
 - f. Permitir que o usuário possa consultar os conceitos já utilizados em sua representação, caso o mesmo necessite, possibilitar a seleção do respectivo conceito para adição de uma nova ligação com o conceito selecionado;
11. Salvar RP;
12. Visualizar RP ou Ouvir RP;
13. Editar RP;
14. Excluir RP;
15. Realizar leitura da RP com o auxílio da síntese de voz e o teclado;
16. Navegabilidade:
 - a. Voltar ao conceito;
 - b. Voltar ao conceito raiz;
 - c. Voltar ao conceito anterior de acordo com a posição atual.
17. Indicação de posição
 - a. O sistema deve dizer em que conceito o usuário está localizado e, se o usuário desejar, também quais são seus filhos;
18. Permitir conversão entre os modos de visualização das RPs no sistema.

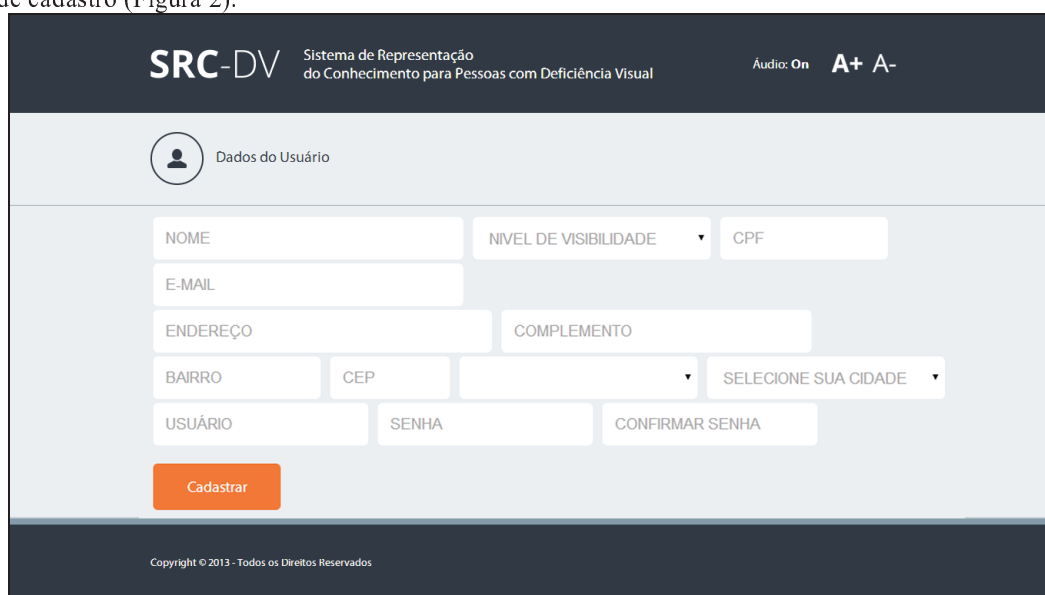
3.3 Protótipo Funcional do Software

Após a conclusão das fases anteriores à fase de testes, como proposto por Sommerville (2007), o software prototipado se encontra em sua fase de testes, na qual estão sendo realizadas validações de funcionalidades e usabilidade, com o público com deficiência visual em um CAP-DV (Centro de Apoio de Aprendizagem para Pessoas com Deficiências Visuais) em Feira de Santana - Bahia, após aprovação do projeto no Portal Brasil. Após a conclusão dos testes, a equipe do projeto objetiva realizar possíveis correções e/ou ajustes de funcionalidades e melhorias de usabilidade e navegabilidade no protótipo, tendo como base os resultados obtidos nessa fase.

No protótipo WEB desenvolvido, no momento em que o usuário acessa a tela de *login*, o sistema, por meio da síntese de voz, dá as boas-vindas ao usuário e solicita que o mesmo pressione a tecla “TAB” (tecla padrão web de deslocamento entre campos de um formulário) para preencher seus dados de usuário e senha do sistema (Figura 1).

Figura 1: Tela de Inicial/Login do SRC-DV (Fonte: Própria, 2014).

Caso o usuário ainda não esteja cadastrado no sistema, deverá pressionar as teclas “ALT+C” para ter acesso à tela de cadastro (Figura 2).



A interface de cadastro do SRC-DV apresenta um cabeçalho escuro com o logo 'SRC-DV', o nome do sistema 'Sistema de Representação do Conhecimento para Pessoas com Deficiência Visual' e controles de áudio ('Áudio: On') e tamanho de fonte ('A+ A-'). Abaixo, há uma seção 'Dados do Usuário' com um ícone de perfil. O formulário principal contém campos para: NOME, E-MAIL, ENDEREÇO, COMPLEMENTO, BAIRRO, CEP, NIVEL DE VISIBILIDADE (menu suspenso), CPF, SELECIONE SUA CIDADE (menu suspenso), USUÁRIO, SENHA e CONFIRMAR SENHA. Um botão laranja 'Cadastrar' está na base do formulário. O rodapé indica 'Copyright © 2013 - Todos os Direitos Reservados'.

Figura 2: Tela de Cadastro do SRC-DV (Fonte: Própria, 2014).

Neste momento, o sistema notificará o usuário que o mesmo foi direcionado para a tela de cadastro de usuário e solicita o preenchimento do formulário, utilizando a tecla padrão para deslocamento nos campos. É importante frisar que o protótipo sintetiza toda e qualquer tecla pressionada no teclado pelo usuário e também uma mensagem pré-definida para identificação do campo selecionado pelo cursor. Caso o campo já possua um valor preenchido, o sistema sintetizará a mensagem pré-definida, além do valor do respectivo campo.

Estas informações sintetizadas permitem, ao usuário com deficiência visual, a localização no sistema, deixando-o sempre ciente de onde está posicionado. Caso o usuário já esteja cadastrado no sistema, basta pressionar a tecla “TAB” e preencher seu usuário e senha (Figura 1), e selecionar a opção “entrar” no sistema. Após o *login* efetuado com sucesso, o protótipo redirecionará o usuário para a tela principal do sistema (Figura 3).

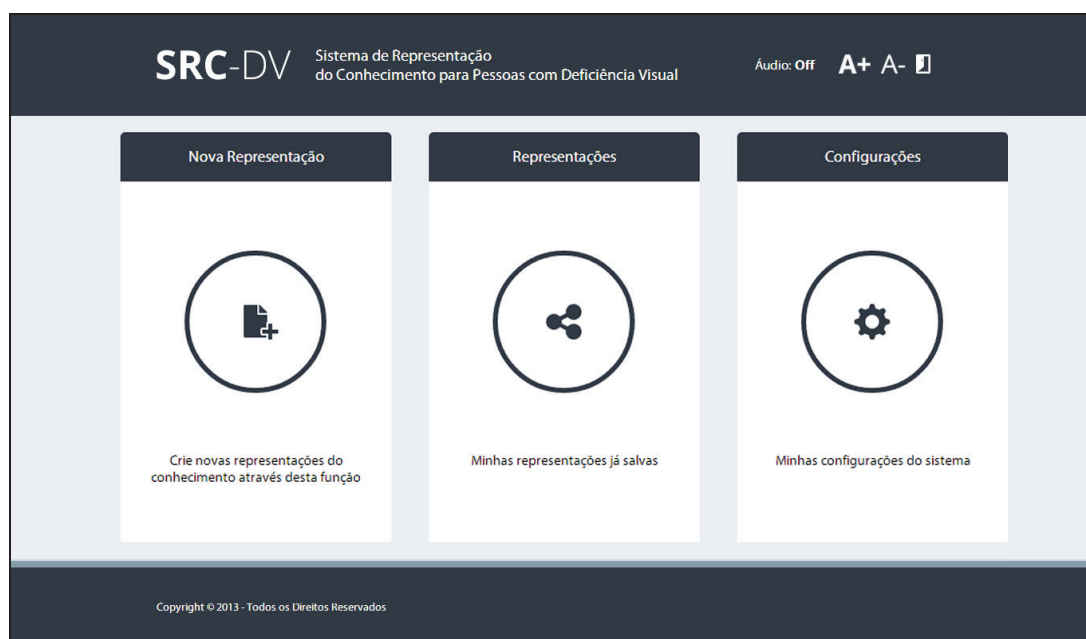


Figura 3: Tela Principal do SRC-DV, na qual o usuário pode selecionar o que deseja fazer no sistema (Fonte: Própria, 2014).

Na tela principal (Figura 3), o usuário será notificado de sua posição atual, além de ser informado sobre as teclas de atalho dos recursos disponíveis. Nesta tela, o usuário poderá escolher o que deseja fazer, podendo optar por: criar uma nova representação; ir para minhas representações; ou para configurações do sistema.

Na opção de criação e edição da representação do conhecimento, o sistema disponibiliza duas modalidades para criação e/ou edição da representação do conhecimento, possibilitando que as representações sejam criadas com o auxílio da síntese de voz/teclado ou com a utilização de elementos gráficos. As duas modalidades disponíveis são: tabulada (Figura 4), que possibilita a criação da representação com ou sem o auxílio da síntese de voz; e a modalidade gráfica (Figura 5), que permite ao usuário criar sua representação do conhecimento por meio de elementos gráficos.

ÁRVORE	POSSUI	RAIZ
RAIZ	PERFURA	SOLO
ÁRVORE	POSSUI	CAULI
CAULI	POSSUI	GALHOS
CONCEITO 1	FRASE DE LIGAÇÃO	CONCEITO 2

SELECIONE UMA OPÇÃO ▾

Copyright © 2013 - Todos os Direitos Reservados

Figura 4: Tela de Criação ou Edição no Módulo Tabulado, com o auxílio da síntese de voz (Fonte: Própria, 2014).

A Figura 4 mostra, exatamente, a interface apropriada para a manipulação (criação e edição) dos mapas conceituais pelas pessoas com deficiência visual. Neste formato tabulado, o usuário digita, via teclado e com o recurso de síntese de voz, os conceitos desejados e as relações entre eles, através de suas respectivas proposições. Por exemplo, “arvore” – “possui” – “raiz” é a primeira proposição, composta pelos dois conceitos e a frase de ligação. “Arvore” é considerado o conceito raiz, pois é a partir dele que os outros vínculos são estabelecidos. Nas linhas subsequentes, o usuário pode escolher um dos conceitos anteriores, ou mesmo digitar um novo conceito, criando novas relações que, não necessariamente, tenham ligação com as anteriores.

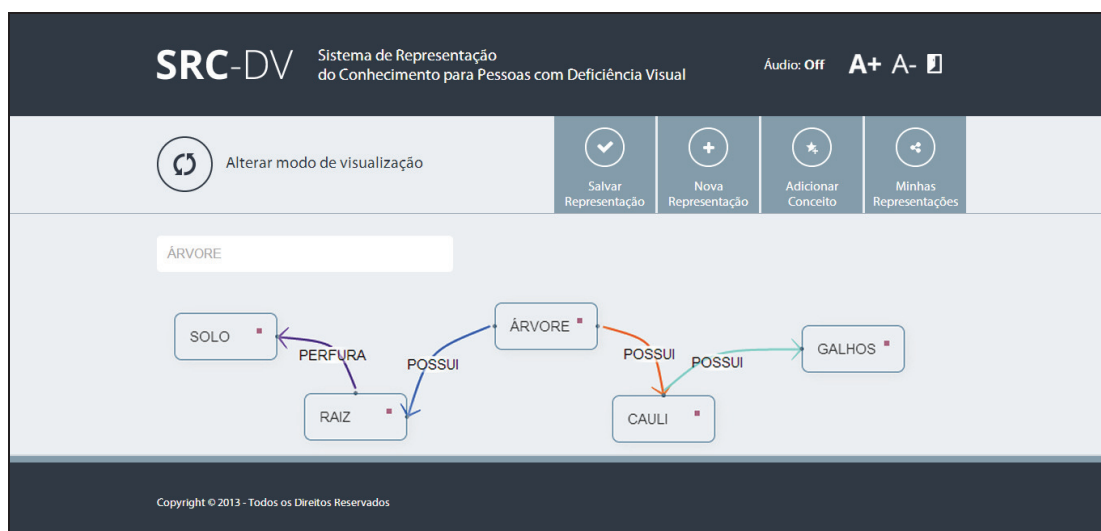


Figura 5: Tela de Criação ou Edição no Módulo Gráfico (Fonte: Própria, 2014).

Todo este processo de construção exige da pessoa com deficiência visual habilidades cognitivas, tais como a compreensão das relações conceituais, através de frases de ligação (modelo proposicional e não visual), e a abstração mental de como estes conceitos estão relacionados.

A partir do modelo proposicional (Figura 4), é possível gerar o modelo gráfico/visual (Figura 5), permitindo que um mapa conceitual construído por uma pessoa com DV seja “visto” por pessoas sem problemas visuais, assim como também é possível que um mapa visual seja desenhado por um vidente (Figura 5) e seja “escutado” por uma pessoa com DV, após a conversão para o modelo proposicional (Figura 4).

Além de disponibilizar as duas modalidades para a representação do conhecimento, o sistema possibilita a conversão entre a representação tabulada e gráfica. Neste contexto, o sistema permite o compartilhamento do conhecimento entre o público com e sem deficiência visual.

Na tela Minhas Representações (Figura 6), o usuário, com o auxílio da tecla TAB, poderá navegar por suas representações armazenadas no sistema, assim como selecionar uma representação para efetuar a exclusão, por meio da tecla DELETE. Caso o usuário opte pela exclusão, o sistema removerá a representação e o notificará que a representação selecionada foi removida com sucesso. Além da exclusão, o usuário poderá editar a representação, pressionando a tecla ENTER. Selecionando a opção de edição da representação escolhida, o sistema redirecionará o usuário para tela de edição (Figura 4 ou Figura 5). Vale lembrar, que, assim como em outras telas, o sistema informará ao usuário que o mesmo se encontra na tela de edição e suas teclas de atalho para as opções disponíveis na referida tela. Por exemplo, através do atalho “Alt+O”, o usuário poderá ouvir a representação selecionada, tendo como auxílio à síntese de voz e o teclado, podendo navegar pela hierarquia da respectiva representação selecionada.



Figura 6: Tela das Representações do Usuário (Fonte: Própria, 2014).

4 Conclusões

Este trabalho deixa evidente que sua principal motivação é a inclusão sociodigital de pessoas com deficiência visual, por meio da busca de mecanismos, instrumentos e ferramentas que permitam a este público o registro e o compartilhamento de seus conhecimentos adquiridos. O software descrito, neste artigo, utiliza como modalidades de interação o tato, com uso de teclado, e a audição, com o uso da síntese de voz, privilegiando os sentidos remanescentes do público que não dispõe da visão como recurso principal de interação com o mundo e com as pessoas a sua volta.

Embora tenhamos utilizado os aportes conceituais/teóricos em torno dos mapas conceituais, a ênfase principal é na possibilidade de representação de conhecimentos a partir de uma tecnologia que privilegie a interação via teclado e voz, em uma interface textual e tabular. A geração do mapa conceitual equivalente permite, portanto, que as pessoas videntes interajam no mesmo ambiente, sendo também incluídas no processo de construção e podendo compartilhar também com a pessoa com DV suas construções. Neste sentido, todos estariam incluídos e compartilhando seus conhecimentos (pessoas com e sem deficiência visual).

A ferramenta encontra-se em fase de testes, como dito anteriormente, com questionários e entrevistas, aprovados pelo Portal Brasil, sendo aplicados a este público em um CAP-DV da cidade de Feira de Santana –

Bahia. Os resultados servirão de insumos para a consolidação da interface e para os ajustes e correções necessárias. Alguns voluntários já utilizaram a ferramenta e já contribuíram para atualizações. A intenção é a finalização dos mesmos, para a divulgação destes resultados e disponibilização da ferramenta.

5 Agradecimentos

Queremos agradecer primeiramente a Deus, por nos conceder a vida, inteligência e percepção para o cumprimento de cada etapa necessária para o desenvolvimento deste projeto. Queremos também, agradecer a FAPESB por conceder uma bolsa de iniciação científica para um dos membros da equipe, e a Universidade Salvador, Campus Feira de Santana, por conceder espaço e equipamentos para o tocante deste projeto. Por fim, queremos agradecer ao CAP-DV, de Feira de Santana, pelo apoio incondicional, concedendo espaço e voluntários para a realização dos testes do software.

Referências

- Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas (2009). *Tecnologia Assistiva*. Brasília: CORDE. 138 p. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/livro-tecnologia-assistiva.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2014.
- Cañas, A. J.; Novak, J. D.; González, F. M. (Eds) (2004). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain.
- IBGE. Censo Demográfico 2010 (2010). *Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2013.
- Leite, J. C. (1998). *Modelos e Formalismos para a Engenharia Semiótica de Interfaces de Usuário* (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro: Departamento de Informática da PUC-Rio.
- Lopes, B. J. S. (2007). *O Mapa Conceitual como Ferramenta Avaliativa* (Dissertação de Mestrado). Londrina, PR: Universidade Estadual de Londrina.
- Moreira, M. A (2012). *Mapas conceituais e aprendizagem*. Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23 a 28: 87-95, 1988. Revisado novamente em 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2014.
- Novak, J. D.; Gowin, D. B. (1984). *Aprender a aprender*. Tradução Carla Valadares. 1ª Edição. Plátano Edições Técnicas, Lisboa.
- Organização Mundial da Saúde (OMS) (2010). *ICD-10 Version: 2010: Visual disturbances and blindness (H53-H54)*. Disponível em: <<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en#/H53-H54>>. Acesso em: 24 out. 2012.
- Pressman, R.S. (2006). *Engenharia de software*. 6ª Edição McGraw-Hill, São Paulo.
- Portal Brasil (2014). Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2014.
- Sanchez, J.; Flores, H. (2010). Concept Mapping for Virtual Rehabilitation and Training of the Blind. *IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering*, Vol. 18, No. 2.
- Sena, C. P. P. (2014). *Colaboração e mediação no processo de construção e representação do conhecimento por pessoas com deficiência visual, a partir da utilização da aprendizagem baseada em problemas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, 331 p.
- Sommerville, I. (2007). *Engenharia de software*. 8ª edição; tradução: Selma Shimizu Melnikoff, Reginaldo Arakaki, Edilson de Andrade Barbosa; revisão técnica: Kechi Kirama. 8ª ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley.

STUDENT PERCEPTIONS OF QUALITY IN HIGHER EDUCATION: COMMUNITY, ENGAGEMENT AND BELONGING

*Camille B. Kandiko Howson, King's College London, Unite Kingdom
Email: camille.kandiko_howson@kcl.ac.uk*

Abstract. This paper explored the views of students entering higher education in the UK in 2012-13 and those entering in earlier years, to investigate their perceptions and expectations of the quality of their learning experience and the academic standards of their chosen programmes of study. This project provides illustrative examples of the issues affecting student perceptions and expectations regarding quality and standards in the first year of a funding model in England that is significantly different both to that in existence in previous years and to that operated in the other countries of the UK. Research consisted of conducting interviews and focus groups with over 150 students (primarily Years 1 and 2) at 16 institutional locations, across a range of mission groups, institutional types and UK-wide geographical location. Concept maps of students' higher education experience were collected along with transcripts of interviews. This presentation focuses on students' understanding of community, belonging and the notion of engagement as individual versus collective.

Key words: Policy research; social science; concept mapping; higher education; mixed methodology

1 Introduction

This paper draws on primary data from a national study of student expectations and perceptions of higher education, with an aim to raise the profile of the student voice in policy. A fundamental issue is the relationship of student engagement discourse and what matters to students. This paper provides illustrative examples of the issues affecting student perceptions and expectations regarding quality and standards in the first year of a funding model in England that is significantly different both to that in existence in previous years and to that operated in the other nations of the UK. For the 2011-2012 academic year most tuition fees for students in England, Northern Ireland and Wales were around £3375 (with no fees for Scottish students). For 2012-2013, tuition fees for English students studying in England, Wales, Scotland and Northern Ireland could be up to £9000 (with Scotland maintaining a no fee policy for Scottish students, and no major fee hike for Welsh and Northern Irish students studying in their home countries). The major fee hike in England came with great publicity and raised many questions about the impact on students' decisions to attend higher education, what subject to study and what they would expect from higher education and their student experience (Wilkins et al 2013).

In many ways, 'the student experience' is fused with the commodification of education—the turning of higher education into another business with a financial bottom line—arguably occluding more diverse perspectives on both 'students' and 'experience' (Sabri 2011). This paper aimed to understand from students' perspectives their experiences as students, highlighting the individual nature of each student's own experience and raising awareness of what matters to students in higher education. Further, this paper provides examples of issues affecting quality and standards of higher education from students, in context of their experience and from the voice of individual students. Although much is written about what students want and expect from higher education, 'reality as experienced by the student' has an important additional value in understanding students' learning (Entwistle 1991) and in efforts to improve the quality of higher education. This highlights the difficulty in researching students' expectations and perceptions, largely due to the intensely participatory nature of higher education, which is both shaped and influenced by students themselves (James 2002).

2 Student voice

Data collected from students on their expectations and perceptions of quality, standards and the student learning experience is a key part of bringing the student voice into quality assurance structures and institutional decision-making. This is relevant as the position of students in relation to higher education is dramatically changing across the countries of the UK, and indeed around the world (Klemenčič 2014). This empirically-based study provides a framework for how the student voice can feed into quality assurance decisions, and highlights what matters to students. This works complements and goes beyond literature-based reports (Gibbs 2010; Trowler 2010) and quantitative studies (Bekhradnia 2013) and captures a more holistic view of the student experience than student feedback surveys of teaching and learning (Griffin et al 2003).

Data from this report highlights the importance of individual student involvement in their learning experience. Drawing from a North American perspective, this is captured through the concept of student engagement which represents two key components (Kuh 2003). The first is the amount of time and effort students put into academic pursuits and other activities that decades of research show are associated with high levels of learning and development (Chickering & Gamson 1987; Ewell & Jones 1996; Pascarella & Terenzini 2005). The second is how institutions allocate their resources and organise their curriculum, other learning opportunities and support services (Kuh 2003). These areas measure how institutions provide the environment for students that lead to the experiences and outcomes that constitute student success, broadly defined as persistence, learning and degree attainment (Kuh 2001). Essential to student engagement are students' expectations, and subsequent perceptions, of the student experience (Lowe & Cook 2003). Quality assurance determinations need to take into account how students engage, and how institutions can encourage and support educationally purposeful activities (Coates 2005).

The individual student approach of North American-style student engagement is contrasted with much of the collective and representational student engagement work in the UK, which has been defined by the Quality Assurance Agency (QAA) as the participation of students in quality enhancement and quality assurance processes, resulting in the improvement of their educational experience (QAA Quality Code, Chapter B5). Rather than focus specifically on how students viewed their role in quality assurance and enhancement processes, this study centred on students' perspectives of their student experience and the issues that affected the quality and standards of their experience.

3 Methodology

This paper took a mixed methods approach, combining a critical analysis of the literature, primary data collection through qualitative concept map-mediated interviews (Kandiko & Kinchin 2013), which was triangulated with secondary data from institutional and sector policy analysis to explore student perceptions of higher education quality and standards. This provided a wide set of data to develop illustrative case studies of students' engagement across the UK. The project approach was grounded in capturing and providing a vehicle for student voices, and was supported throughout by undergraduate student input and reflection.

Interviews were conducted with over 150 students in sixteen settings, representing four general institutional types (research-intensive, teaching-intensive, regional-focused and special interest) across the regions of the UK. Concept map-mediated interviews and focus groups (Kandiko & Kinchin 2013) were used to elicit students' expectations and perceptions of quality, standards and the student learning experience. In the interviews and focus groups, students were first asked to make concept maps of their student experience. Concept mapping (Novak 2010) is a method of graphic organisation. Because of the capacity of concept mapping to externalise understanding, concept maps provide "a window into students' minds" (Shavelson et al. 2005: 416). Concept map use within qualitative research can facilitate the eliciting of perceived importance of concepts and the visualising of the relationships between concepts (Wheeldon & Ahlberg 2012). In the interviews, the student-generated concept map was used as a point of departure for a series of questions about how students' experiences mapped against their expectations and perceptions of higher education and issues affecting the quality of their education. This included probing students' perceptions of the major issues, and follow up questions about a number of questions related to quality and standards of teaching, learning and student engagement.

4 Analysis

Data were analysed using a multifaceted approach designed to incorporate the interview and focus group and concept map data. An initial phase of analysis consisted of informal coding of interview transcripts as data was collected to inform further interviews. Following the data collection phase, concept maps of students' higher education experience were collected along with transcripts of interviews and focus groups. Open coding was conducted using grounded theory on selected transcripts, allowing themes to emerge from the data itself. These were compared with emergent themes from the concept maps and the codes were then refined into more abstract focused codes. This iterative process produced eight major themes, with supporting concept maps, reported in the order prominence across the data. Concept maps were analysed visually initially. Major thematic areas were identified and categorised. Selected maps were chosen to illustrate key themes identified in the interview data.

4.1 Analysing focus group and interview data

Focus groups were analysed through an approach adapted from grounded theory methodology (Glaser & Strauss 1967; Charmaz 2006; Corbin & Strauss 2008). After open coding eight sources, the categories were reviewed again and additional coding appeared to add more content to existing categories, rather than creating new categories. Next the categories were closely examined, combining common concepts or processes that were indicative of meta-level analytical issues. These codes were then used to construct the major themes, including that of student engagement discussed in this paper. As an additional check on the data, the focused codes and themes were discussed with a group of four undergraduate students for clarity and comprehensiveness.

4.2 Analysing concept maps

Concept maps were first used in the study as a starting point for discussion in the interviews, and as reference points throughout the interviews. The maps were initially analysed visually and holistically (Nesbit & Adesope 2006; Novak 2010), taking emergent structures into account (Kinchin et al 2000). The maps were then analysed for reflection of the 19 focused codes from the data. Additional themes from the maps that were not reflected in the codes were noted. Next the maps were analysed for structures representing broad categories. The maps were divided into those with broad discernible categories and those without. For the maps with broad categories (120 maps), the categories listed were tallied to develop a list of the twenty most commonly referenced (all with at least five indications). The analysis of the maps was compared with that of the interview and focus group data to look for any gaps. Finally, maps were selected that represented students' views regarding specific codes, themes and visualisations of the student experience. These were chosen for clarity, structure and representativeness.

5 Findings

The importance of community and a sense of belonging was a frequently mentioned aspect of students' higher education experience. Community was generally seen as developing from face-to-face experiences and involved students being known, being welcomed and having opportunities to participate in the institutional community. For some students this was largely limited to the students and staff on their course, particularly for mature and part-time students. Students' views of their role in the institution took on more of a sense of collegiality and friendliness than a strong partnership approach- most students did not mention wanting to be more involved in decision-making, they focused on wanting individual problems they had resolved.

5.1 Transition

The transition into higher education involved a trajectory from where students had come and into a new environment, academically, intellectually, socially and often physically as well. Many students spoke of moving into higher education as a 'transformational' experience, individually and in terms of social positioning and career prospects. Students' incoming expectations stemmed from family and friends, secondary schooling and further education and the general media and political discourse. Students' experiences of transition typically related the difference between previous college, sixth form, or employment settings and the higher education institution (see Figure 1). Returners to education, mature students entering higher education after a substantial period in employment, noted that the transition was rarely seamless. A key feature of transition for students was balancing the various demands of higher education, and what support the institution provided for them.

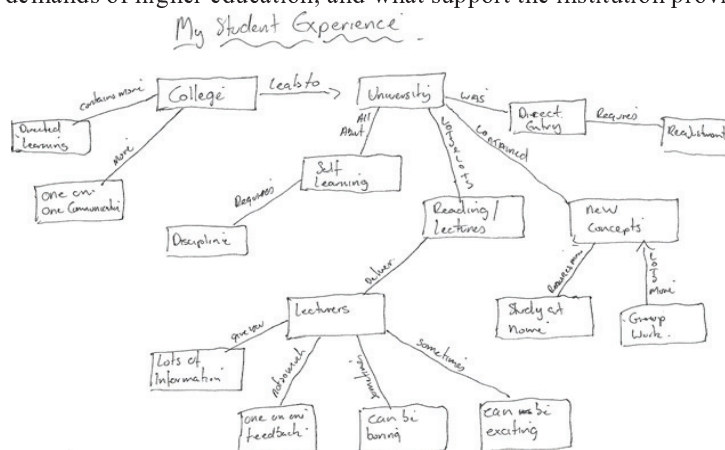


Figure 1: Information systems student, Regionally-focused institution, Scotland

5.2 Community

Students discussed what shaped a community, the role of extra-curricular activities, the importance of physical spaces to foster a sense of community at the local level and what diminished their sense of belonging. Staff and students' attitudes, particularly on open days and during interviews, strongly impacted upon students' choice of institution and sense of belonging once enrolled. For many students, particularly in urban and larger institutions, higher education was an opportunity to expand their horizons, meet diverse people from different cultures, backgrounds and countries. Other students referred to their campus as 'homely' and 'like being at home'. The sense of belonging also had a developmental aspect, many students spoke about their university community making them feel welcome and catalysing social and personal development.

Participating in a variety of university activities was commonplace within the data, although far more so for those who studied full-time and had limited other commitments than for those with family or employment commitments outside of the course. Extracurricular activities, and the provision of extracurricular opportunities, were thus important for the majority of students, predominately – although not exclusively – because of the need for developing employability to advance in desired careers. Students with significant investment into extracurricular activities noted that balancing time spent on these activities and time to complete course work could be difficult (see Figure 2). Given that most students felt extracurricular activities were very important to their experience (either for employability or to maintain a balanced lifestyle) there was a sense of frustration about the perceived lack of accommodation for them within the programmed educational experience.

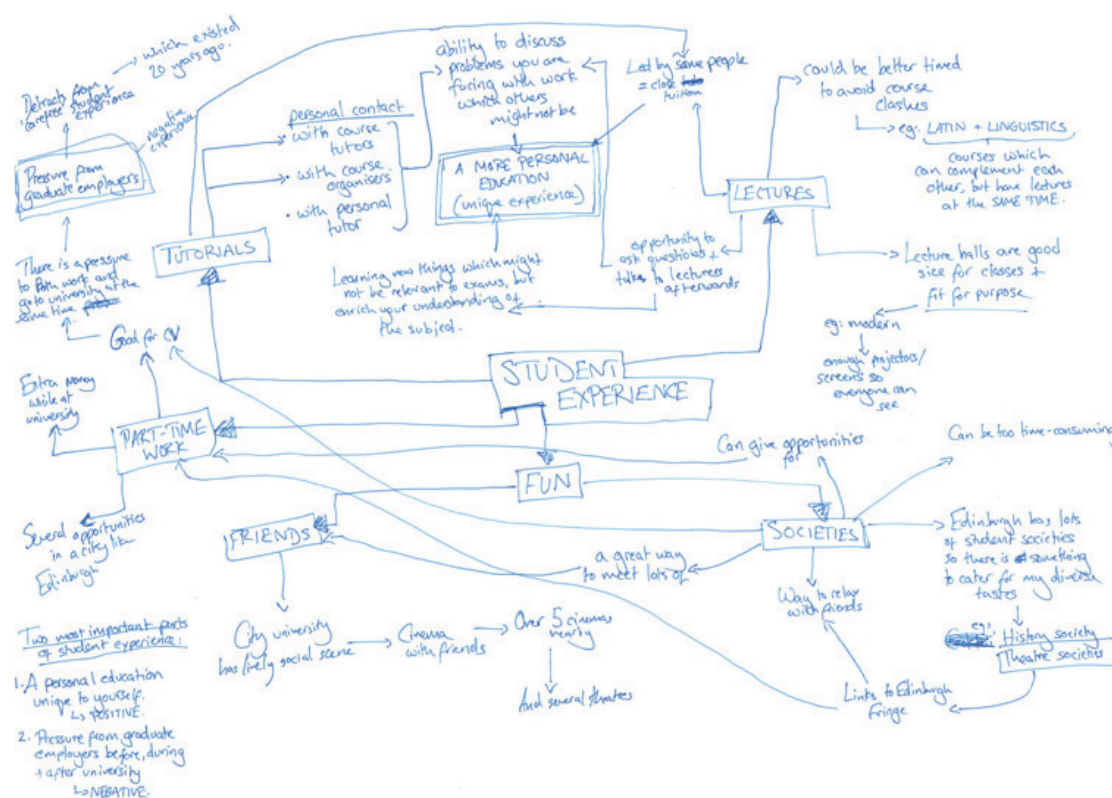


Figure 2: Classics student, Research-intensive institution, Scotland

Extra-curricular activities were often seen as both socially desirable (particularly in respite from intense study) and vital for building employability. As such, commitments to extra-curricular activities were seen as highly important, in some cases a more important commitment – or perhaps more accurately, a more important group of commitments – than study. Although this view was not universal, it highlights how even activities seemingly 'additional' or 'optional' can be viewed as central deployments of students' time and put pressure on students' to manage these activities and studying.

5.3 Engagement

The most common way engagement was conceptualised was not in a "representational" context, but rather in the context of each individual's engagement with the institution, and the institution with them, for the enhancement of the overall learning experience. Students related to the academic community at the course-level. This

indicates the importance of local-based partnership work for engaging students and suggests institutions should avoid overreliance on representational forms of student engagement. Students' views suggest more of "a partnership of aims" with staff on their course rather than "a partnership of means", indicating more of a sense of collegiality with staff, rather than large-scale, high-level partnership work. Quite a few students viewed the institutions' approach to student engagement sceptically:

It almost feels as though the university decides when it wants to view the students as a consumer and then it wants to view it as a partner. And it seems to be best fit to whatever the university is trying to achieve at the time.

[Fourth year, Male, Management, Teaching-intensive institution]

We found limited evidence, for instance, for students wanting to or feeling qualified to co-author their educational content, such as designing curricula or participating in planning committees, particularly questioning the benefit of such activities for the student:

Yes. I mean, you can also talk about the curriculum as well. Where does it end? That's the thing and it's, like, as much as students, I can appreciate how it's, like, yes, sometimes even I've had courses or parts of my courses and I've thought, what am I doing this for? It's so nonsensical, it's not going to help me in any way, shape or form. But at the same time, do I feel qualified to set a curriculum? No.

[Third year, Female, Computer engineering, Regionally-focused institution]

There was disharmony when there was a lack of partnership of aims, such as an institution's research focus that excluded students and alienated students from staff. Students saw very different roles for them and for staff.

The [Students' Union] will let you know if they've been to that particular meeting or they've had talks with, like, the Dean, or whatever. And you'll get the feedback to say what's happened about it, but as far as how seriously it's taken? I really don't know. I don't know, because it's, like, you're not at that level so it's very hard for you to know what's actually been said and how seriously it's been taken, because you can't judge how that person's taken that information. I don't know really. I really don't know.

[Second year, Female, Engineering, Regionally-focused institution]

Interestingly, Students' Unions featured more in students' concept maps of their experience than in discussion of issues related to quality and standards. Students' Unions were frequently mentioned as coordinators of extra-curricular activities, offering students convenient socialising or study spaces and in terms of social activities. Representational structures were rarely mentioned by students. Such structures existed more as a quiet partner, there in case things go wrong and students needed representation to resolve serious problems. For students, most issues were resolved within the departmental context rather than being escalated beyond that (see Figure 3). There was very low engagement with Union in their 'union' function, and when such engagement was discussed it was usually by those directly involved as representatives or sabbatical officers.

Many students had very limited contact with the Students' Unions, particularly groups such as mature and part-time students, students on time-intensive pre-professional courses, and students who were not interested in a sporting or drinking culture. In the interviews and throughout the concept maps, quite a few students spoke of wanting more institutional, and Union, activities that were not centred on drinking. Students indicated a variety of reasons for this, including wanting to get to know people better, wanting to participate in activities that could enhance their employability, finances and religion.

5.4 *Belonging*

The feeling of community and opportunities for students to engage with the institution helped to give students a sense of belonging, however, students at all types of institutions struggled to balance personal commitments with those from their course. Educational returners frequently discussed family and caring roles whilst younger 'traditional'-route students more often discussed part-time work and differing academic commitments (such as course reading and assignments). The choice of which institution to attend often related to the commitments that students needed to balance in taking up study, with those who had no dependents or work commitments having greater flexibility when selecting an institution at which to study. For students on courses with placements, organising their time and meeting personal and study commitments was a constant challenge. Mature students regularly mentioned challenges of balancing their family commitments with being a student.

Successfully balancing commitments required both careful management on the part of the student and curriculum planning on behalf of the institution. Some courses were structured to facilitate the balancing of multiple commitments by condensing academic timetables. Higher education courses run at a local college campus, for instance, condensed contact time into one or two days to enable students to be in full-time employment and/or balance family commitments with their study. Such courses were valued by some students (but not all) of those studying them as facilitating their return to education when otherwise this would be impossible. As such, flexibility within the curricula design, and design with specific groups of student in mind, were well regarded as offering opportunities otherwise unavailable. From the concept maps, as with the individualised experience, the sense of community had a significant social component, which was crucial to students' well-being and regard for their course.

6 Conclusions

Concept maps of students' experiences allow for the visualisation of how students conceptualise what matters in higher education. This includes the importance of transition both in an academic sense (see Figure 1) and socially (see Figure 3). As the maps show, these are interrelated elements of their experience. To support this, institutions need to foster a welcoming and supportive sense of community, between staff and students. For students this involves a sense of shared aims, shared identity and shared spaces—at the subject level and institutionally.

Support is a key element in students' experiences. This is seen in terms of resources, staff time, curricular and extra-curricular activities (see Figure 4). Since students related to the academic community at the course-level, this indicates the importance of local-based partnership work for engaging students and suggests institutions should avoid overreliance on institutional-level representational forms of student engagement. Students value a local, personal experience (see Figure 2). This supports students' transition and academic development. A local-based approach requires multiple forms of, and more localised approaches to, partnership between senior management, central services, academic departments and Students' Unions. As part of a focus on a 'localism' approach to representation, there needs to be greater evidence-based decision-making, particularly at the local level, in response to student concerns, teaching quality and course management.

Students seem to value individual-based engagement for their learning experience, highlighting individual and personal contact with staff and access to resources. This affects how students frame relationships, particularly at the course level, as seen in the role of societies (see Figures 2-4), which also bring in social elements. Interestingly, this is mirrored in wider, representational and collective engagement, which features mainly in the concept maps. For most students, representation is mentioned at the course-level, focused on local concerns. This does raise a question of how representational more collective forms of engagement are across the student body, and how well they are able to represent students' largely individual concerns. This is important to consider as the power of the student voice rises in institutions, and as a key component of quality in higher education.

7 Summary

Students have positive perceptions of higher education, but also clear expectations in mind of what institutions should provide to support and enable their learning and enhance their career prospects. Students wanted to be challenged in their learning, but also supported by the institution. Students have complex views about engagement- it clearly is very important to students but is largely personal and individual. Institutions should be cautious of over-relying on representational forms of engagement, but rather use those as a complement to developing students' sense of belonging through localised and personalised support. The visualisation of students' experiences shows how being part of a community is a key quality component.

8 Acknowledgements

This research project was supported by the UK Quality Assurance Agency (QAA) and thanks is given to the project research assistant, Dr Matt Mawer.

References

- Bekhradnia, B. (2013). The academic experience of students in English universities 2013 report. London: HEPI.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. London: Sage.
- Chickering, A. W., & Gamson, Z. F. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE Bulletin*, 39(7), 3-7.
- Coates, H. (2005). The value of Student Engagement for Higher Education Quality Assurance. *Quality in Higher Education*, 11(1), pp. 25-36.
- Corbin, J., & Strauss, A. L. (2008). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks: Sage.
- Entwistle, N. J. (1991). Approaches to learning and perceptions of the learning environment. Introduction to the special issue. *Higher Education*, 22, 201-204.
- Ewell, P. T. & Jones, D. P. (1996). *Indicators of "good practice" in undergraduate education: A handbook for development and implementation*. Boulder, CO: National Center for Higher Education Management Systems.
- Gibbs, G. (2010). *Dimensions of quality*. York: Higher Education Academy.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine.
- Griffin, P., Coates, H., McInnis, C. & James, R. (2003). The development of an extended course experience questionnaire. *Quality in Higher Education*, 9(3), 259-266.
- James, R. (2002). Students' changing expectations of higher education and the consequences of mismatches with reality. *Responding to Student Expectations*. Paris: OECD.
- Kandiko, C. B. & Kinchin, I. M. (2013). Developing discourses of knowledge and understanding: Longitudinal studies of PhD supervision. *London Review of Education*, 11(1), 46-58.
- 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, 43 - 57.
- Klemenčič, M. (2014). Student power in a global perspective and contemporary trends in student organising. *Studies in Higher Education*, 39(3), 396-411.
- Kuh, G. D. (2001). Assessing what really matters to student learning: Inside the National Survey of Student Engagement. *Change*, 33(3), 10-17.
- Kuh, G. D. (2003). What we're learning about student engagement from NSSE: Benchmarks for effective educational practices. *Change*, 35(2), 24-32.
- Lowe, H. & Cook, A. (2003). Mind the Gap: Are students prepared for higher education? *Journal of Further and Higher Education* 27(1), 53-76.
- Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of educational research*, 76(3), 413-448.
- Novak, J. (2010). *Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Oxford: Routledge.
- Pascarella, E. T. & Terenzini, P. T. (2005). *How college affects students: A third decade of research*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Sabri, D. (2011). What's wrong with 'the student experience'? *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education* 32(5): 657-667.
- Shavelsen, R.J., Ruiz-Primo, M.A. & Wiley, E.W. (2005). Windows into the mind. *Higher Education* 49: 413-30.
- Wheeldon, J. & Ahlberg, M.K. (2012). *Visualizing social science research: Maps, methods and meaning*. Thousand Oaks: Sage.
- Wilkins, S., Shams, F., & Huisman, J. (2013). The decision-making and changing behavioural dynamics of potential higher education students: the impacts of increasing tuition fees in England. *Educational Studies*, 39(2), 125-141.

SUPERVISIÓN EN LÍNEA DE LA INVESTIGACIÓN EN MAESTRÍAS Y DOCTORADOS. ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN Y A LA INTERACCIÓN

Martha L. Orellana H., Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia
Jesús Salinas I., Universidad de las Islas Baleares, España
Email: morellana@unab.edu.co

Resumen. Entre los principales retos de la supervisión de la investigación en maestrías y doctorados están la interacción supervisor-estudiante y el logro de la autonomía del estudiante como investigador. Cuando esta supervisión se realiza mediada por sistemas de comunicación en línea, se tiene la oportunidad de explotar estrategias de comunicación e intercambio de información en beneficio de la supervisión y de la misma investigación. El estudio propone como estrategia de apoyo a la estructuración de la investigación y a la interacción (supervisor-estudiante y estudiante-otros actores), el uso de los mapas conceptuales. Se presentan dos experiencias: En la experiencia 1, un grupo de 25 estudiantes de una maestría virtual usa los mapas durante el diseño de su trabajo de investigación de fin de máster; y en la experiencia 2, 4 casos de estudio, de parejas supervisor-estudiante, 3 de doctorado y 1 de maestría, usan los mapas en la interacción en línea supervisor-estudiante en una fase inicial de su investigación. El análisis de las percepciones de los estudiantes y la observación de los mapas sugirió que la representación visual y la exigencia cognitiva que supone la construcción del mapa, contribuyen a una mejor comprensión y organización de la estructura de la investigación, propician el desarrollo de competencias para la investigación, y favorecen la comunicación y la retroalimentación. Los mapas conceptuales, con sus ventajas para el aprendizaje centrado en el estudiante y el aprendizaje colaborativo, se presentan como una estrategia que, sin pretender remplazar el modo texto, ayuda a asegurar el paso al modo texto y a superar dificultades asociadas con la supervisión a distancia.

Palabras claves: Investigación en posgrados, diseño de la investigación, supervisión en línea de la investigación, interacción supervisor-estudiante, mapas conceptuales.

1 Introducción

Las novedades en las demandas de la investigación para la ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación, en cuanto al número de investigadores requeridos y a sus contextos de acción, generadas por la economía del conocimiento, han suscitado cambios, por un lado, en la oferta de maestrías y doctorados, y por otro, en las características de los estudiantes y de sus formas de vinculación a estos programas, con un incremento en los estudiantes a tiempo parcial y en los que estudian *off-campus*, si no durante todo el programa, sí durante algunos momentos de este, debido a que inician sus estudios posgraduales después de estarse desempeñando como profesionales y a las ventajas comunicativas que ofrece la tecnología. Para las instituciones oferentes, estos cambios implican la revisión de diseños curriculares, políticas y estrategias de los equipos que supervisan la investigación, y de herramientas y estrategias de comunicación que apoyen la práctica de la supervisión.

1.1 La importancia de la interacción supervisor-estudiante en la supervisión

Abiddin, Ismail, & Ismail (2011) mencionan como una de las quejas más frecuentes de los estudiantes, los problemas o la poca interacción con el supervisor, y destacan la importancia de establecer una relación de confianza supervisor-estudiante desde el comienzo del proceso investigativo. Esta relación supervisor-estudiante es considerada un factor importante en el desarrollo de competencias para la investigación, con las implicaciones que tiene para la enseñanza y el aprendizaje, según autores como Manathunga, Lant, & Mellick (2007), McWilliam et al (2002), y Platow (2012). En esta relación, lo que el estudiante pudiera interpretar como abandono por parte de su supervisor, para este puede ser parte de una estrategia para lograr, como sugiere Gurr (2001), un balance entre el nivel de intervención y la autonomía del estudiante, que para conseguirla es preciso que el estudiante tenga oportunidades para ejercitarse en la toma de decisiones significativas.

1.2 Supervisión a distancia vs. Supervisión presencial

Cuando la supervisión se realiza a distancia, supone retos adicionales para el supervisor y para la relación supervisor-estudiante. Sin embargo, los rápidos avances en las tecnologías están haciendo que cada vez sea más difusa la línea que separa la supervisión presencial, de la supervisión a distancia. La incorporación de tecnología en la supervisión puede surgir de la modalidad a distancia de la supervisión, de necesidades de estudiantes y supervisores, y también de políticas institucionales que pretenden aprovechar las ventajas que ofrece la tecnología para potenciar la comunicación y el aprendizaje.

Al respecto, Caplan & Graham (2008) sugieren ver la Web, más que simplemente como un medio, como una ayuda en la creación de ambientes de aprendizaje que promuevan el aprendizaje activo centrado en el estudiante y que apoyen el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y de alto nivel. En la misma vía, Oncu & Cakir (2011), con relación al aprendizaje mediado por sistemas de comunicación en línea, destacan la importancia del diálogo en la instrucción y sugieren que la colaboración en línea se asocia con un mejor involucramiento y satisfacción del estudiante, así como con el desarrollo del pensamiento crítico; Sussex (2008) menciona cómo explorar y explotar diversas formas de comunicación e intercambio de información, favorece la calidad de la supervisión; y cabe anotar lo que señalan Evans & Pearson (1999, págs. 198-199), haciendo referencia a la sensación de aislamiento que, por diferentes razones, puede darse en estudiantes *off-campus* en programas de doctorado: “*The significant issue is not location, but how to foster effective communications and maintain dialogue among students, their peers, supervisors and other relevant experts by various means*”.

A partir de estas consideraciones, este estudio pretende explorar las implicaciones de los mapas conceptuales como estrategia metodológica de apoyo a la investigación y a la práctica de la supervisión mediada por sistemas de comunicación en línea.

1.3 Los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales son herramientas instruccionales que ayudan a organizar y hacer explícito el conocimiento, y facilitan identificar y remediar vacíos y conceptos erróneos (Novak, 2010, págs. 137-141). Como herramientas de representación visual, los mapas conceptuales son diagramas que representan modelos mentales o estructuras de conocimiento, a modo de redes jerárquicas; están conformados por conceptos (nodos) que se relacionan, en forma directa o cruzada, a través de palabras de enlace, para formar proposiciones; la existencia de estas palabras de enlace permite leer el mapa a partir de la forma en que su autor interpreta o entiende un fenómeno o situación, evitando lecturas ambiguas o equivocadas de lo que se intenta representar. Los mapas conceptuales se basan en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, según la cual el aprendizaje se da relacionando los nuevos conocimientos (conceptos y proposiciones) con los conocimientos previos, resultando un aprendizaje efectivo para la retención y aplicación de conocimiento a largo plazo.

Los mapas conceptuales son herramientas metacognitivas orientadas a un aprendizaje centrado en el estudiante, que, según Novak (2010, pág. 33), ayudan al estudiante a aprender cómo aprender y ayudan a los profesores a negociar significados con los estudiantes, lo que tiene implicaciones en las estructuras de conocimiento tanto de profesores como de estudiantes. Al respecto, Senge et al. (2012, pág. 99) señalan cómo las diferencias entre modelos mentales explican que dos personas puedan observar el mismo evento y describirlo en forma diferente; sugieren estos autores que al hacer explícitas asunciones y actitudes, las personas pueden explorar y conversar más fácilmente sobre sus diferencias e interpretaciones equivocadas y, si es el caso, modificar sus modelos mentales. Por otro lado, la representación visual permite conocer en forma rápida los conceptos principales asociados a un mapa y las relaciones entre ellos, y sin perder de vista el todo, siendo este un factor importante para el manejo efectivo de la complejidad, que facilita el pensamiento sistémico para obtener nuevas perspectivas sobre lo representado y favorece la creatividad, como señala Correia (2012).

1.4 El estudio

Con base en los planteamientos mencionados sobre la importancia de potenciar la comunicación y el intercambio de información entre los diferentes actores, de apoyar el aprendizaje y el desarrollo de competencias para la investigación, y asumiendo una concepción del aprendizaje como un proceso activo de construcción de conocimiento, el estudio explora las implicaciones del uso de los mapas conceptuales en la estructuración y la supervisión en línea de proyectos de investigación, considerando las ventajas que estos ofrecen para el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje centrado en el estudiante.

Sobre el uso de los mapas conceptuales en la investigación, se han adelantado otros estudios. Correia (2012) sugiere que los mapas conceptuales pueden ser utilizados para promover la construcción colaborativa de conocimiento y la búsqueda de consenso, tanto en el aula, como en el contexto de la investigación; Darder, Pérez, & Salinas (2012), utilizan los mapas como herramienta de representación para construir, con el apoyo de la literatura y de entrevistas con supervisores de proyectos de investigación de maestría, un modelo para la supervisión en línea de proyectos de investigación; Iuli & Helldén (2004), muestran cómo en un proyecto interdisciplinar, los investigadores utilizan los mapas para la identificación de preguntas de investigación de los proyectos individuales asociados con el proyecto macro; Kandiko & Kinchin (2012) hacen seguimiento al nivel de comprensión de un grupo de estudiantes y sus supervisores, sobre el contenido y el proceso asociados con el doctorado, analizando la estructura de los mapas construidos en diferentes momentos del programa; Kinchin,

Streatfield, & Hay (2010), estudian cómo los mapas enriquecen la información recogida en entrevistas en proyectos de investigación; Wheeldon & Faubert (2009) muestran cómo los mismos participantes en una investigación utilizan los mapas durante la recolección de datos, lo que facilita su análisis por el investigador.

El aporte de este estudio, que hace parte de una investigación doctoral, consiste en identificar las percepciones y observar las dinámicas de estudiantes y supervisores haciendo uso de los mapas como herramientas de investigación en maestrías y doctorados. En la experiencia 1, de apoyo al trabajo del estudiante en el diseño de su investigación; y en la experiencia 2, de apoyo a la interacción supervisor-estudiante.

2 Metodología

El estudio fue realizado en el contexto de la investigación en maestrías y doctorados, en los que la supervisión se realiza principalmente a distancia, mediada por sistemas de comunicación en línea.

2.1 Pregunta de investigación

Buscando recoger información hacia el diseño de una estrategia metodológica que apoye la investigación y la práctica de la supervisión, el estudio pretendía responder la siguiente pregunta de investigación:

De qué manera el uso de los mapas conceptuales contribuye a:

- La organización de una estructura formal e interna de las investigaciones,
- La interacción supervisor-estudiante (y por extensión estudiante-otros actores), y
- El desarrollo de competencias para la investigación, en los investigadores en formación.

2.2 Participantes

En la experiencia 1, orientada al uso de los mapas conceptuales en el diseño de la investigación, participaron 25 estudiantes que se encontraban vinculados a una maestría interuniversitaria española, en modalidad virtual, y estuvieron inscritos en la asignatura en línea Diseño de la Investigación; 12 de ellos en el periodo 2012-2013 y 13 en el periodo 2013-2014, quienes respondieron positivamente la invitación que les fue enviada a participar en forma voluntaria en las entrevistas, después de finalizar la asignatura.

En la experiencia 2, orientada al uso de los mapas conceptuales en la interacción supervisor-estudiante, participaron 4 casos de estudio, de parejas supervisor-estudiante; 3 de ellos vinculados a un doctorado interuniversitario español, y el cuarto a una maestría virtual en convenio España-Colombia. En los casos de doctorado, la supervisión de la investigación se realizaba a distancia y los estudiantes habían tenido la oportunidad de reunirse en forma presencial con su supervisor al comienzo del proceso. Para la selección de supervisores y estudiantes, en primera instancia se seleccionaron los programas y supervisores, y luego los supervisores indagaron con sus estudiantes si deseaban formar parte de los casos de estudio.

En las 2 experiencias, los programas pertenecían al campo de la educación, y supervisores y estudiantes se encontraban dispersos geográficamente.

2.3 Metodología de investigación

El estudio supone un interés en la comprensión de las dinámicas y de las percepciones de estudiantes y supervisores, desde su participación como usuarios de la estrategia en un contexto real, permitiendo ir de la observación del fenómeno a la construcción de la estrategia. Sumado esto a la intención de mejorar una práctica educativa pero también de contribuir a la construcción de principios de diseño, se asume la perspectiva de la Investigación de Diseño (Reeves, 2006). Las dos experiencias que se reportan en este estudio, se ubican en una fase inicial de los ciclos iterativos de diseño, uso y validación, que caracterizan esta perspectiva de diseño.

2.4 Procedimiento

En la experiencia 1, con base en la información sobre metodología de la investigación que se iba estudiando en la asignatura, a partir de lecturas y de participaciones en foros temáticos, los estudiantes iban representando y relacionando, en un mapa conceptual, los elementos que conformaban el diseño de su investigación. Para esto no contaban con un mapa esqueleto, ni con un mapa a modo de itinerario, que les sirviera de guía en la construcción de su propio mapa; cada mapa era construido en forma individual con diseño libre, utilizando la herramienta CmapTools®, que estaba dispuesta en su versión cliente/servidor en un servidor de la Universidad,

También aquí los mapas fueron contruidos con diseño libre, usando la herramienta CmapTools®. Se tenía la oportunidad de hacer seguimiento a estos espacios compartidos, capturando imágenes de los mapas usados en la interacción. Finalizado un primer semestre del ejercicio, supervisores y estudiantes fueron entrevistados individualmente en videoconferencia; las entrevistas fueron grabadas con su autorización y transcritas posteriormente para el análisis de los datos.

3 Resultados

3.1 Estrategia para el análisis de datos

Para la categorización y análisis de los datos, se siguieron las recomendaciones de Hernández, Fernández, & Baptista (2010, págs. 445-470) para el análisis de datos cualitativos:

- Recolección, preparación y lectura preliminar de los datos.
- Descubrimiento y codificación de categorías, desde una segunda lectura de los datos, a partir de la comparación de significados de fragmentos de entrevistas o de anotaciones resultado de la observación.
- Descubrimiento y codificación de temas, a partir de la comparación y agrupación de categorías similares.
- Interpretación, generando relaciones entre temas y entre categorías, y construcción de un modelo.
- Generación de hipótesis, explicaciones y teorías, con fundamentación en los datos.

3.2 Dimensiones

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación planteada en el estudio y la revisión de literatura, se sugirió un conjunto preliminar de dimensiones para la organización de la información, que fue refinado a partir de la primera lectura de los datos, quedando las dimensiones que se presentan a continuación:

- Dimensión Cognitiva – Estructurante. Relacionada con el trabajo del estudiante en cuanto a representación y construcción de conocimiento, y organización y estructuración del proyecto.
- Dimensión Comunicativa. Relacionada con las interacciones del estudiante, tanto con su supervisor, como con otros actores, en lo que tiene que ver con el diálogo con el otro, compartirle al otro y entenderle al otro.
- Dimensión Pedagógica. Relacionada con el trabajo del supervisor. Como profesor, para retroalimentar y para promover el desarrollo de competencias en el estudiante; como líder, para guiar y motivar; y como administrador, para planear, gestionar y hacer seguimiento.

3.3 Construcción del modelo

Para la construcción del modelo se elaboró un mapa conceptual, que puede verse en la Figura 3, en el que se ubicaron inicialmente como nodos principales las dimensiones definidas, y para encontrar relaciones que le aportaran significado a la información, cada tema (agrupación de categorías) y categoría, desde el contexto de un mismo estudiante, se iba analizando con relación a los otros temas y categorías ya contemplados en el modelo hasta ese momento. El modelo muestra cómo desde cada dimensión se contribuye a la supervisión y al desarrollo de competencias para la investigación, así como las relaciones que surgen entre las diferentes dimensiones. En la Tabla 1 se muestran segmentos de las entrevistas asociados con cada una de las dimensiones.

4 Discusión

Los resultados sugieren que el uso de los mapas conceptuales en la investigación ayuda a superar retos asociados con la supervisión a distancia, tales como:

- Lograr en el estudiante un alto nivel conceptual y hacer que adquiera la habilidad para conceptualizar y articular ideas, y los tiempos de respuesta en la retroalimentación (Wisker, et al., 2003).
- Demandar mayor tiempo al supervisor (Sussex, 2008).
- La sensación de aislamiento (Evans, Hickey, & Davis, 2005; Lee, 2007; Macauley, 2002).
- Dificultades en la interpretación, reto adicional señalado por los participantes en el estudio.

Por otro lado, los resultados sugieren también que la supervisión mediada por sistemas de comunicación en línea permite un mayor aprovechamiento de las herramientas tecnológicas, en beneficio de:

- La interacción del estudiante con el supervisor y otros actores, favoreciendo la motivación del estudiante y el desarrollo del pensamiento crítico, como lo plantean Oncu & Cakir (2011).

- El trabajo autónomo y el aprendizaje centrado en el estudiante, en coherencia con los planteamientos de Caplan & Graham (2008), favoreciendo en el estudiante el desarrollo de habilidades para el aprendizaje y la autocrítica; a la vez que favorece también su independencia y el ejercicio de su autonomía, oportunidad de la supervisión a distancia señalada por Wisker, et al. (2003).
- El desarrollo de competencias investigativas en el estudiante.

El estudio da respuesta a las preguntas de investigación, y sugiere el uso de los mapas conceptuales como estrategia metodológica para ser adoptada por supervisores y estudiantes, al favorecer la investigación, la interacción (especialmente supervisor-estudiante), y el desarrollo de competencias para la investigación; principalmente cuando la supervisión se realiza a distancia mediada por sistemas de comunicación en línea.

De las reflexiones del estudio, a partir de las percepciones de supervisores y estudiantes, cabe mencionar:

- Beneficia el éxito de la estrategia, que el estudiante empiece a usar los mapas conceptuales para clarificar y estructurar la investigación, y para interactuar con el supervisor, desde el momento cero de esta. Cuando, usualmente para cumplir con requerimientos del programa, el estudiante empieza elaborando un documento preliminar en modo texto, esto dificulta su involucramiento posterior con los mapas y desvirtúa el propósito que sugiere la estrategia. Beneficia también el éxito de la estrategia, que los estudiantes no esperen a tener el mapa muy depurado para compartirlo con el supervisor.

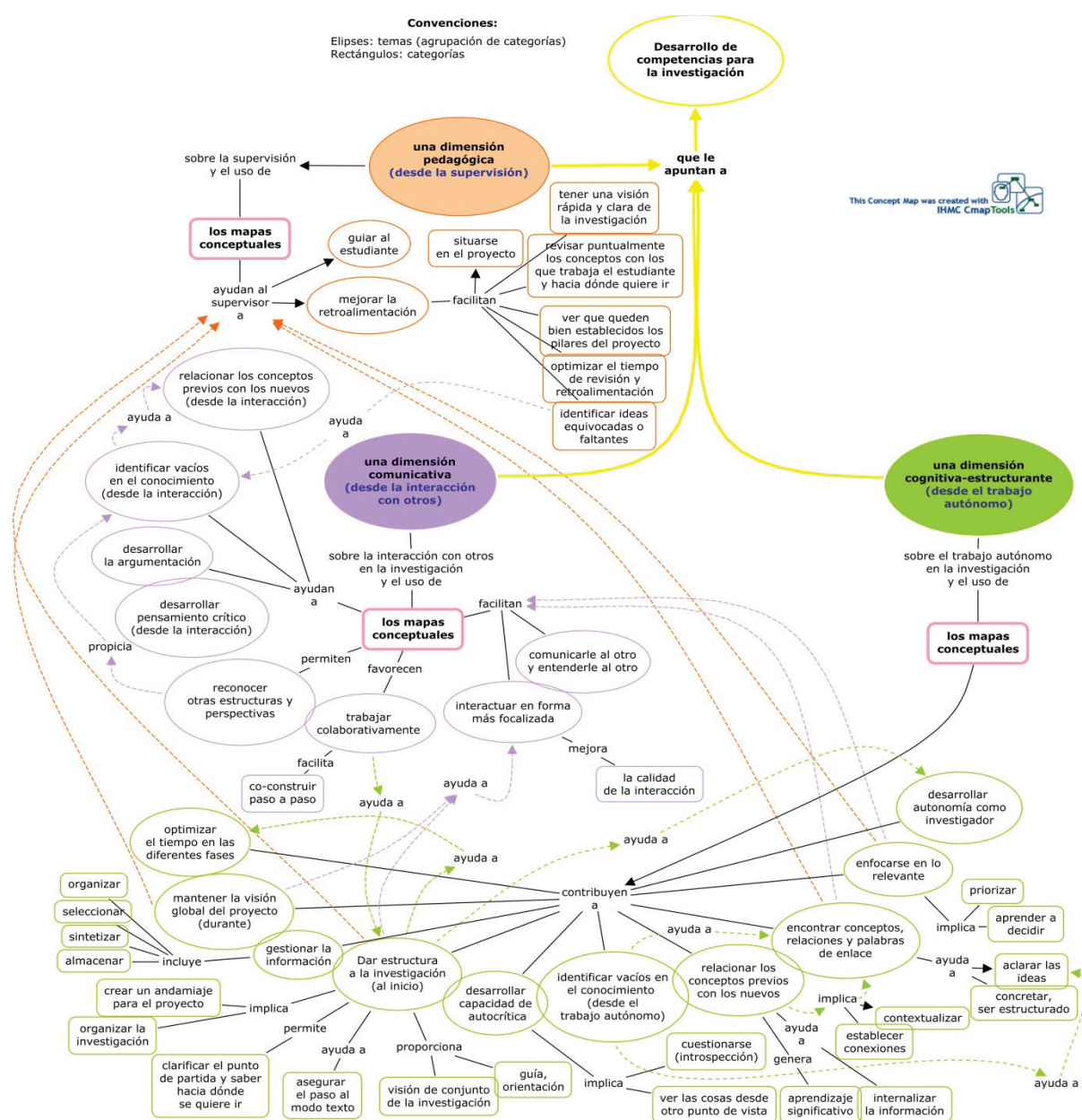


Figura 3. Modelo resultante de las experiencias (se muestran todos los temas y algunas categorías)

- Aunque la estrategia se percibe de apoyo para la estructuración de la investigación en trabajo individual del estudiante, principalmente en cuanto a reflexionar, identificar vacíos, establecer conexiones, y clarificar, es sobre todo en la interacción que se percibe su utilidad para potenciar, además de estos aspectos, el desarrollo del pensamiento crítico y la argumentación, a partir del reconocimiento y discusión de diferentes perspectivas, lo que resulta más productivo si se realiza en forma oral y por videoconferencia. En lo que tiene que ver con la interacción estudiante-estudiante, esta se percibe de utilidad sobre todo si se logra conformar grupos que tengan aspectos en común en sus investigaciones.
- Los estudiantes perciben que la exigencia estructural al construir el mapa, que les obliga a seleccionar conceptos, establecer conexiones y formar proposiciones, no es una tarea fácil, pero que esto es precisamente lo que ayuda a clarificar ideas y a facilitar la interpretación cuando se comparte el mapa con otros. Se sugiere una inducción sobre fundamentación y buenas prácticas para la construcción de mapas.
- La vinculación al mapa, de información complementaria usando otras formas de visualización (como es el caso de organizadores gráficos e información audiovisual) según los contenidos asociados, se percibe de utilidad para favorecer la comunicación y el intercambio de información supervisor-estudiante, pues permite aprovechar la visión rápida y de conjunto que ofrece el mapa, y a la vez contar con información explicativa en los elementos del mapa en que se considere necesaria.
- Los mapas mentales se perciben como potencialmente útiles en la fase de definición del tema de investigación, previo al uso de los mapas conceptuales para la estructuración de la investigación.
- Es preciso que la herramienta tecnológica utilizada para la construcción del mapa y la interacción a partir de este, brinde facilidades para el registro, notificación, identificación y seguimiento de comentarios, en formato texto y audio, sea en modo asíncrono o síncrono, y permita acceder y compartir desde la nube.

Tabla 1. Segmentos de las entrevistas asociados con cada una de las tres dimensiones

Dimensión	Percepciones de estudiantes (Ei) y supervisores (Si), de las dos experiencias
Cognitiva estructurante	{E1 exp1}: “Poder establecer palabras claves, conceptos fundamentales, relaciones que había entre ellos ... te ayuda a clarificar ... te permite visualizar todo el proceso ... poner encima de la mesa todo aquello que debes tener en cuenta ... reconocer las cosas que son fundamentales y las que son accesorias.” {S4 exp2}: “Los estudiantes entran a hacer el proceso un poco a ciegas y van dando tumbos por el camino porque se pierde esa visión global, entonces se fracciona el proceso en pequeños procesos ... y se pierde la visión de conjunto.”
Comunicativa	{E3 exp1}: “Creo que la gran ventaja de esta herramienta ... de este tipo de estructuración ... es la facilidad con la que tú puedes transmitir tus ideas ... cuando tú te estructuras y plasmas tu idea, al compartirla o al tú leerla o visionar los esquemas de otras personas, es muy fácil entender lo que las otras personas quieren transmitir.” {E4 exp2}: “Veo que con el mapa hay mucha más interacción ... es un trabajo que uno va haciendo poco a poco y que tiene la oportunidad de equivocarse ... es más flexible ... hemos podido dialogar más a través de este mapa.”
Pedagógica	{S1 exp2}: “Leyendo un texto que acaba de mandar el alumno, puede ser muy detallado y al fin y al cabo te puedes ir perdiendo en la lectura sin poder revisar puntualmente con qué conceptos está trabajando ... y a dónde quiere ir a parar ... una representación gráfica primero, te representa los conceptos y sus relaciones, por tanto ya tienes de forma visual cuál es el campo conceptual con el que está trabajando el alumno... Hay un estilo de estudiante que es de redacción ... entonces se demoran mucho en entregar un avance, y cuando entregan pues entregan capítulos redactados; y eso sí que yo requiero mucho tiempo ... y es una pena porque luego a veces en redacción, que cuesta, hay un trabajo perdido ... entonces hay que ganar tiempo y sí que ganaríamos todos, ellos en el trabajo y yo en la lectura.”

No se pretende con esta estrategia remplazar el modo texto, sino propiciar, al inicio del proceso investigativo, la organización de la investigación en interacción con el supervisor (y también con otros actores), de forma más ágil y consensuada, aprovechando las ventajas para la representación visual y el trabajo colaborativo, que ofrecen los mapas. El estudio sugiere que esta estrategia ayuda a asegurar el paso del modo gráfico al modo texto, evitando que se desperdicie tiempo en la búsqueda de información y en la redacción, por parte del estudiante, y en la revisión, por parte del supervisor, lo que sucede cuando el estudiante intenta avanzar y empezar a escribir sin tener claridad y acuerdos sobre el diseño de la investigación. Al ayudar a clarificar las ideas (en trabajo individual y colaborativo), a estructurar la investigación y ofrecer una ruta para su desarrollo que sirva de guía a supervisor y estudiante, los mapas conceptuales contribuyen a disminuir la incertidumbre del estudiante y favorecen su motivación y el desarrollo de su autonomía como investigador. En la Figura 4 se presenta un mapa resumen del estudio.

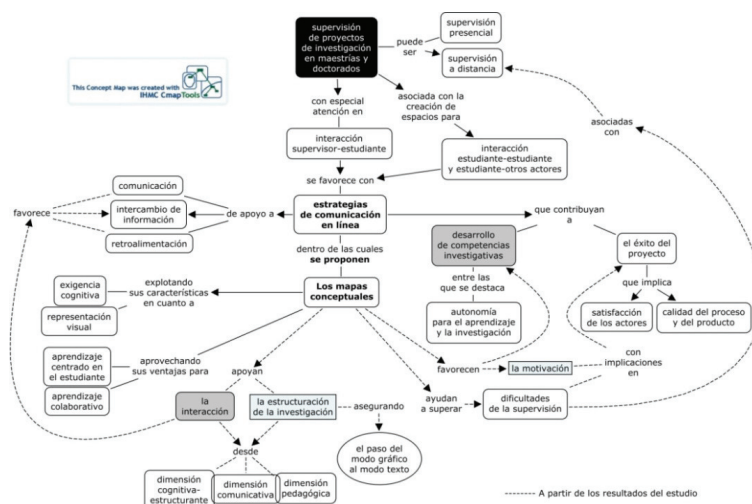


Figura 4. Mapa que sintetiza los resultados del estudio

Las dos experiencias presentadas muestran un avance de la investigación, en la que se continúa trabajando. Las nuevas etapas del estudio se orientan adicionalmente a la contribución de la estrategia en la negociación y construcción colectiva de conocimiento, para lo cual se hace seguimiento a la comunicación síncrona y asíncrona entre los actores. Se contempla la vinculación de nuevos casos de estudio, en los que participen programas de diferentes disciplinas y contextos, con el apoyo de las comunidades que investigan sobre mapas conceptuales y sobre la supervisión en línea de los proyectos de investigación.

5 Agradecimientos

Los autores agradecen a los supervisores y estudiantes que participaron en las experiencias y compartieron sus percepciones en beneficio del estudio.

Referencias

- Abiddin, N. Z., Ismail, A., & Ismail, A. (2011). Effective Supervisory Approach in Enhancing Postgraduate Research Studies. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(2), 206-217.
- Caplan, D., & Graham, R. (2008). The development of online courses. En T. Anderson (Ed.), *The theory and practice of online learning*. Edmonton, Canada: Athabasca University Press.
- Correia, P. R. (2012). The use of concept maps for knowledge management: from classrooms to research labs. *Analytical and Bioanalytical chemistry*, 402(6), 1979-1986.
- Darder, A., Pérez, A., & Salinas, J. (2012). El mapa conceptual como instrumento de investigación: construcción y representación de un modelo de tutoría virtual. En A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Proceedings of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping*. Valletta, Malta.
- Evans, T., Hickey, C., & Davis, H. (2005). Research issues arising from doctoral education at a distance. *Research in Distance Education*, 6, 120-131.
- Evans, T., & Pearson, M. (1999). Off-campus doctoral research and study in Australia: Emerging issues and practices. En A. Holbrook, & S. Johnston (Eds.), *Supervision of postgraduate research in education*, 185-206. Victoria: Australian Association for Research in Education.
- Gurr, G. M. (2001). Negotiating the "Rackety Bridge" - A Dynamic Model for Aligning Supervisory Style with Research Student Development. *Higher Education Research & Development*, 20(1), 81-92.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D. F.: McGraw-Hill.
- Iuli, R. J., & Helldén, G. (2004). Using concept maps as a research tool in science education research. En A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González (Eds.), *Proceedings of the First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona, España.

- Kandiko, C., & kinchin, I. (2012). Follow the arrows: tracing the underlying structure of a doctorate. En A. J. Cañas, J. D. Novak, & J. Vanhear (Eds.), *Proceedings of the fifth Int. Conference on Concept Mapping*. Valletta, Malta.
- Kinchin, I. M., Streatfield, D., & Hay, D. B. (2010). Using Concept Mapping to Enhance the Research Interview. *International Journal of Qualitative Methods*, 9(1).
- Lee, A. (2007). Developing effective supervisors: Concepts of research supervision. *South African Journal of Higher Education*, 21(4), 680-693.
- Macauley, P. (2002). Doctoral research at a distance: are the deficits illusory? *Research in distance education*, 5, 64-76.
- Manathunga, C., Lant, P., & Mellick, G. (2007). Developing professional researchers: research students' graduate attributes. *Studies in Continuing Education*, 29(1), 19-36.
- McWilliam, E., Taylor, P., Thomson, P., Green, B., Maxwell, T., Wildy, H., & Simons, D. (2002). *Research Training in Doctoral Programs - What can be learned from Professional Doctorates?* Canberra, Australia: Commonwealth Department of Education Science & Training.
- Novak, J. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge. Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New york: Routledge.
- Oncu, S., & Cakir, H. (2011). Research in online learning environments: Priorities and methodologies. *Computers & Education*, 57, 1098-1108.
- Platow, M. J. (2012). PhD experience and subsequent outcomes: a look at self-perceptions of acquired graduate attributes and supervisor support. *Studies in Higher Education*, 37(1), 103-118.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. En J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (eds), *Educational design research* (págs. 86-109). London / New York: Routledge.
- Senge, P., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J., & Kleiner, A. (2012). *Schools That Learn (Updated and Revised): A Fifth Discipline Fieldbook for Educators, Parents, and Everyone Who Cares About Education*. New York: Crown Business.
- Sussex, R. (2008). Technological options in supervising remote research students. *Higher Education*, 55(1), 121-137.
- Wheeldon, J., & Faubert, J. (2009). Framing Experience: Concept Maps, Mind Maps, and Data Collection in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(3).
- Wisker, G., Waller, S., Richter, U., Robinson, G., Trafford, V., Wicks, K., & Warnes, M. (2003). On nurturing hedgehogs: Developments online for distance and offshore supervision. En *Learning for an Unknown Future, Proceedings of the 26th HERDSA Annual Conference*. Christchurch, New Zealand.

THE IMPACT OF CONCEPT MAPPING ON HIGHER COGNITIVE LEVELS IN TEACHING THERMODYNAMICS TO MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS

*Bhalachandra L. Tembe, Indian Institute of Technology Bombay, India
S. K. Kamble, Datta Meghe College of Engineering, Navi Mumbai, India
Email: bltembe@chem.iitb.ac.in*

Abstract. This paper describes the use of concept maps as a supportive form of instruction and assessment in a mechanical engineering course at Mumbai University, India. The main objectives of this study are: (1) examine whether the construction of concept maps by students improves their achievement and ability to solve questions at different cognitive levels in the topic of the second law of thermodynamics, (2) explore the relationships between performance in the scores on concept maps and achievement in thermodynamics tests and (3) evaluate students' perceptions towards concept mapping as a teaching-learning strategy. The participants are 60 second year undergraduate mechanical engineering students enrolled in the thermodynamics course at a college of engineering of the University of Mumbai in India. Our results indicate that there are significant differences between the experimental group and the control group in the scores at the comprehension level, the applications level as well as the total scores. There are no significant differences in the achievements at the knowledge level questions between the two groups. The correlations between students' scores in all cognitive levels and total concept map scores are weak. Finally, students reacted positively to the tool of concept mapping.

Keywords: Concept maps, The second law of thermodynamics, Knowledge level, Comprehension level, Application level.

1 Introduction

In the era of fast technological developments, engineering practice has been transforming but engineering education has not changed significantly (Lang, Cruse, McVey, & McMasters, 1999). An engineering education is expected to enhance students' problem solving capacity and establish their ability to question a process or procedure (Mahajan, McDonald, & Walworth, 1996). In traditional teaching methods, engineering students cannot transfer their knowledge of theory to solve real life situations. In the last decade, engineering education has started to use concept maps as an assessment technique for knowledge evaluation and knowledge integration (Turns et al., 2000; Cho et al., 2012). Concept maps are used to represent and analyze the student's understanding of concepts and to transform traditional instructions into students centered learning (Minkyu, 2013). Concept maps provide multiple individual views and representation of views (Ali Saeedi et al., 2013). Concept maps were developed by Novak (Novak 1982). He developed this research tool of concept maps based on the meaningful learning theory of Ausbel (Ausbel, 1968). He used concept maps to enhance meaningful learning and assess and organize knowledge (Novak 1982). A concept map is a graphical diagram that shows relationship among different concepts. These concepts are related with each other by means of linking words called prepositions (Novak and Gowin, 1988; Novak et al., 2000; Novak et al., 2006; Novak et al., 2008; Kumar et al., 2013). Concept maps could be created in different ways – on computer, by pen and paper, with labels etc. (Katrin Soila, Priit Reiska 2013). Concept maps can be used as empowering method to enhance learning, thinking, teaching and research in education (Ahlberg, 2013).

In mechanical engineering curriculum, thermodynamics is one of the core subjects and it plays important role in our lives (Hassan and Mat., 2005; Abu-Mulaweh, 2004; Forbus et al., 1999). The second law of thermodynamics has impacts which are even more profound than the first law of thermodynamics as far as the behaviour of matter in natural (irreversible) processes is concerned. The students of thermodynamics find difficulties in learning thermodynamics because in this subject, the concept are abstract and it is hard for students to establish the connections between concepts (Huang and Gramoll, 2004). Cox (2003) suggested that majority of students face difficulties in understanding the basic concepts in thermodynamics (Patron, 1997; Cotignola et al., 2002; Meltzer, 2004; Anderson et al., 2005; Junglas, 2006).

In order to improve the teaching and learning of thermodynamics, various researchers have moved from traditional teaching to more active learning methods (Mulop, 2012). In the past few years, many researchers have taken efforts to develop and utilize innovative methods in teaching engineering thermodynamics (Anderson 2005; Mulop, 2012). Cobourn and Lindauer (1994) at the University of Louisville designed a thermodynamics course on the web using a slide-show format. Ngo and Lai (2003) at the University of Oklahoma have also created modules for teaching specific topics in engineering thermodynamics. Mulop (2012) developed a visual courseware for enhancing the learning of thermodynamics.

The research questions investigated in this study are: i) Is there any effect of concept mapping strategy on students' achievement scores in the topic of the second law of thermodynamics? ii) Is there a correlation between students' scores in creating concept maps and their achievements in different cognitive levels? and iii) What are students' perceptions towards concept mapping as a teaching-learning strategy?

2 Methodology

A total of 60 undergraduate mechanical engineering students from University of Mumbai, India participated in the study. They were randomly divided into two groups. One group of 30 students (n = 30, 21 boys and 09 girls) was randomly assigned as the experimental group; the other group of 30 students (n = 30, 25 boys and 05 girls) was used as the control group. The experimental group utilized concept maps in teaching and learning, while the control group maintained normal traditional teaching method. The teacher and the textbooks for both groups were the same to avoid confounding effects in the experiment. No student in the groups reported previous experience in concept mapping.

The distribution of participants according to gender and groups is as shown in Table 1.

Table 1: The distribution of participants according to gender and groups

Gender	Experimental group		Control group	
	n	%	n	%
Male	21	70	25	83.33
Female	09	30	05	16.66
Total	30	100	30	100

The dependent variable in this study is the students' achievement in the tests on the second law of thermodynamics. The present study used two objective tests to measure achievements of the students. Pre test measured students' pre-requisite knowledge in topics of thermal science. The post test measured students' achievement in the second law of thermodynamics at the end of the study. A satisfaction questionnaire was given to the students at the end of the study to evaluate the attitude of students towards concept mapping to learn the topic of the second law of thermodynamics. The questionnaire comprised 10 items and was rated on a five-point Likert scale from 'strongly disagree' to 'strongly agree'. The Cronbach Alpha coefficient of the instrument was 0.82. Bloom's taxonomy (1969) was used in placing test items at different cognitive levels (Bloom, 1969; Anderson et al., (2001). The reliability KR-20 of the pre test was 0.77 while that of the post test of the second law of thermodynamics was 0.80. The distribution of the questions according to Bloom's taxonomy is as shown in Table 2.

Table 2: Distributions of the questions according to Bloom's taxonomy

Level	The number of questions on the second law of thermodynamics
Knowledge level	15
Comprehension level	18
Application and above level	11
Total	44

2.1 Concept map scoring rubric

Novak and Gowin (1984) stressed that concept maps should be hierarchically structured. The concept mapping scoring method was proposed by Novak and Gowin (1984). It is based on the elements and structure of the concept map. In this method, 1 point is assigned for valid prepositions, 5 points are assigned for each level of hierarchy, and 10 points are for each valid cross link and 1 point for each specific example. This scoring method developed by Novak and Gowin is time-consuming, but it gives great information about the students' knowledge structure (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996).

2.2 Procedure

This study was conducted over 12 teaching hours extending to four weeks. The experimental (concept mapping) and control (traditional teaching) groups were pre-tested using a teacher-constructed thermal

science achievement test. The material covered was the second law of thermodynamics which includes the statements of the second law of thermodynamics, the Kelvin-Planck statement, the Clausius statement, the principle of increase of entropy, thermodynamic temperature scale, entropy, Carnot theorem, Clausius inequality and criteria of reversibility. Both the control group and the experimental group were taught the subject related to the second law of thermodynamics with the traditional teaching method by the same teacher. The material covered was taken from the textbooks on engineering thermodynamics by P. K. Nag and R. K. Rajput. During the course of lectures, block diagrams indicating the flow of heat and work were drawn on the board and all definitions and derivations were explicitly written on the board giving enough time for the students to make their own notes on these topics. At least one problem illustrating the principle was solved in each class and enough time was given for question answer sessions. In the first week, the experimental group was introduced to the characteristics, usefulness and creation of concept maps as suggested by Novak and Gowin (1984) in two lectures. At the end of four weeks of lectures, the experimental group was provided with the list of concepts that was generated in the class discussion. The students in this experimental group were asked to submit the concept map generated by them. To make up for the additional time of two hours given to the experimental group, the control group was provided two hours of discussion, question answer and problem solving sessions.

The concept maps drawn by the experimental group were scored by using Novak-Gowin criteria. At the end of the treatment period, both the experimental and control group students took the post test at the same time. The experimental group was also administered concept maps attitude questionnaire.

3 Results

The mean score of the pre test for the experimental group was found to be 11.26, while that of the control group was found to be 10.00 out of a maximum possible score of 30. A t-test for independent samples showed that there were no significant differences between the two groups ($t = 1.28$, $p > 0.05$).

As there were no significant differences in the pre test scores of the experimental group and the control group, it was assumed that the above two groups were having equivalent means. Table 3 presents the means and standard deviations of the post test results for the experimental and control groups. These results include the scores on the Knowledge Level (KL-post), Comprehension Level (CL-post), and Application Level-and-above level (AL-post) questions along with the total scores on the second law of thermodynamics achievement post-test (TL-post). The division of the number of questions was as follows: knowledge level questions: 15, comprehension level questions: 18, application Level-and-above questions: 11 and the second law of thermodynamic achievement post-test questions: 44. Each question carries one mark.

Four t-tests for independent samples was carried out to test whether the experimental and control groups differed significantly on the post-test achievement in the second law of thermodynamics. The results of the t-tests are shown in Table 3. No significant difference was found for the questions at the knowledge level (KL-test ($t = -0.40$, $p > 0.05$)). Significant differences were found between the experimental and the control groups in the other cases; the comprehension level (CL-post, $t = 3.09$, $p < 0.05$), application-and-above level (AL-post, $t = 3.63$, $p < 0.05$) and total performance level (TL-post, $t = 2.90$, $p < 0.05$).

Table 3: Means and standard deviations of the experimental group and the control group

	Experimental Group			Control Group			t- value	p- value
	N	Mean	SD	N	Mean	SD		
KL-post	30	8.90	2.02	30	9.16	2.99	-0.40	0.688
CL- post	30	8.00	2.85	30	5.86	2.47	3.09	0.003
AL- post	30	6.70	1.55	30	5.40	1.19	3.63	0.010
TL- post	30	23.60	4.42	30	20.43	4.00	2.90	0.005

3.1 Correlation between scores in the second law of thermodynamics and scores in the creation of concept map

The test scores of the experimental group were correlated with the corresponding concept map scores on the second law of thermodynamics constructed by them. Results show these two are weakly correlated. (Pearson correlation coefficient = 0.23). Next, the concept map scores were correlated separately at the knowledge level scores, the comprehension level scores and the application level scores (Table 4). Table 4 shows correlation between concept map scores and the achievement post test scores at various levels.

Table 4: Correlation between concept map scores and the Achievement post test scores

	KL	CL	AL	TL
Concept map score	0.179	0.24	0.210	0.23

The concept map generated by the teacher is shown in Figure 1.

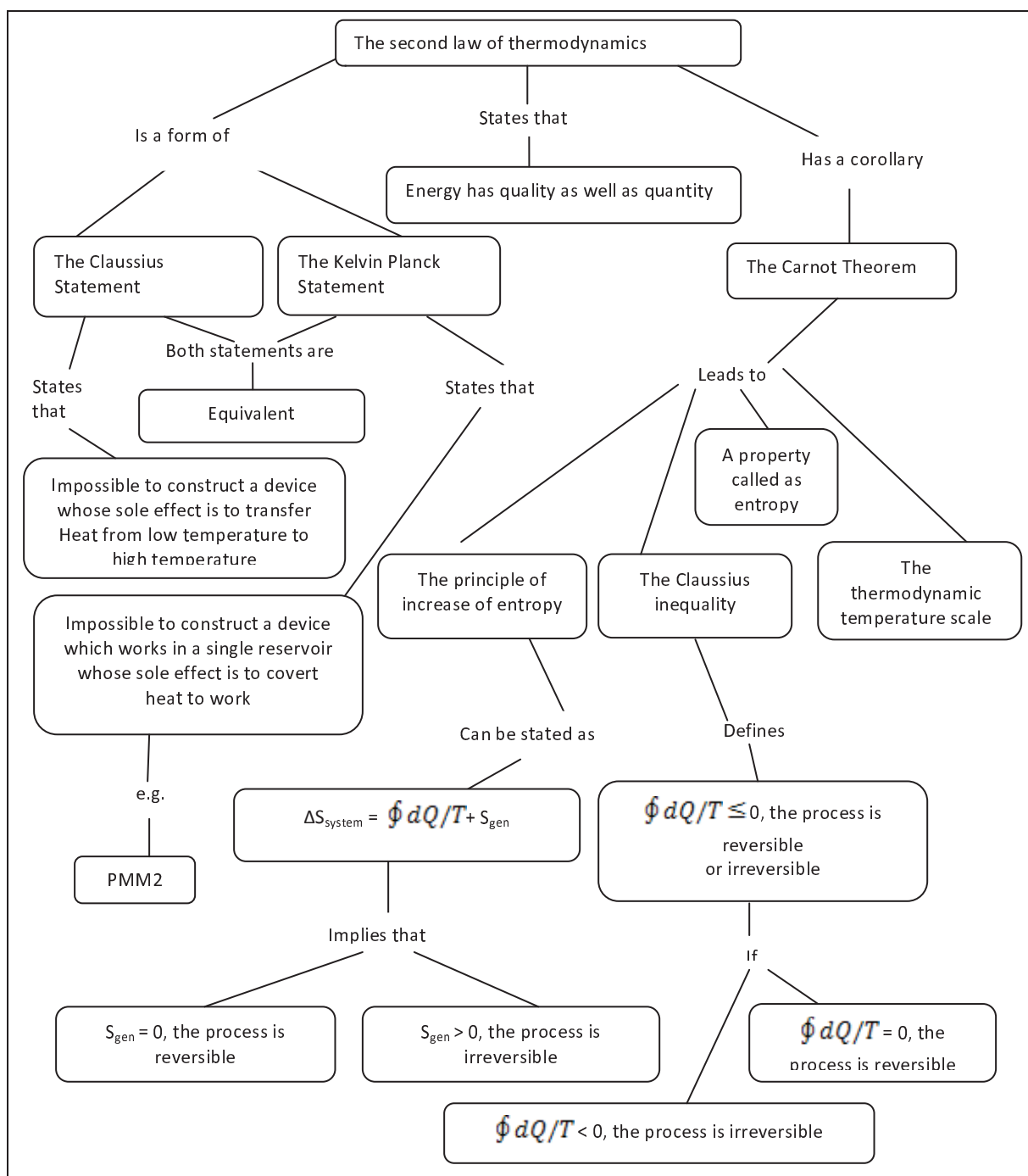


Figure 1. A well-developed concept map for the second law of thermodynamics

3.2 Student's perceptions towards concept mapping

To evaluate the students' attitude towards concept mapping and the use of this tool in the topic of the second law of thermodynamics, questionnaires were administered to the students. The students were questioned on i) the utility of concept maps to connect various concepts, ii) the help of concept maps in problem solving iii) the use of concept maps as a tool for study and revision and iv) the help of concept maps in recalling the concepts.

The reliability estimate for the questionnaire based on the Cronbach alpha method is 0.82, which is consistent with reliability estimates of perceptions questionnaires from other such studies (Ellies et al., 2004). Most of the students were in favour for the use of the concept maps in the classroom. Nearly 90 % students were in favour of the use of concept mapping in thermodynamics, 91 % students were of the opinion that concept mapping is useful for study and revision and 84 % students said that concept maps helped them to connect various concepts.

4 Discussion and Conclusions

4.1 Discussion

The results of the present study show that use of concept maps in the classroom teaching of the second law of thermodynamics improves students' performance in the total score of the experimental group. However, there is no significant difference at knowledge level questions between the experimental and control groups. There is a statistical difference between two groups at comprehension and application and above level questions. The concept map of the students of the second law of thermodynamics reveals that majority of students are able to write statements of the second law of thermodynamics. They are not able to connect the Clausius inequality, the principle of increase of entropy and the criteria of reversibility. The correlation between the thermodynamics total post test score and concept map score is weak. The correlation between the thermodynamics knowledge level post test scores, comprehension and application level scores and concept map scores is also weak. The strength of the correlations depends upon three factors: the type of conventional test, the type of concept map format and the scoring rubric of the concept map (Stroddart et al., 2000).

The correlations between the scores of concept map and conventional achievement test have been found to vary with type of the conventional achievement test (Stroddart et al., 2000). Lower correlations are found between scores of concept map and conventional achievement test scores which measure recall of knowledge (Novak, Gowin & Johansen, 1983). Most of the learners were able to apply various concepts in different situations but were unable to establish the relationships among these concepts.

Thus, using concept map as an assessment method provides a supplementary role to the conventional achievement test (Jonassen, 1997; Moreira, 1985). It measures other aspects of learning that conventional achievement tests do not measure, such as relationships among different concepts, incorrect conceptions, etc. The use of concept maps as an assessment technique provides a focus on conceptual understanding and processes of learning. Concept maps might give the teacher a clear picture of students' understanding by encouraging students to connect and relate ideas in the subject at hand (Wallace et al., 1990; Walker et al., 2010). With the creation of concept maps, students can look into the knowledge structure they have constructed. Students can recognize possible shortcomings in their knowledge structure and can identify unconnected concepts. Concept maps can be used throughout the teaching-learning process. They can be used at the start of instructions to establish what a student already knows about a topic. Concept maps can be used during the instructions to show the learning progress. Concept maps can be used at the end of instructions as a measurement of what the student has learned.

4.2 Conclusion

It is seen in the present study that concept maps can be used for teaching a lot of difficult concepts in the second law of thermodynamics. The achievement of the experimental group was found to be significantly higher than that of the control group which was taught with the traditional teaching methods. The result of the study also supports the use of concept maps in active learning, recalling and exploring their knowledge structure.

Our results supports the use of concept mapping at high cognitive levels (comprehension, application and above). Concept maps are successful in helping students to improve their grades at comprehension, application and above level questions. The students are comfortable with the creation of the concept maps and they reacted positively to the tool of concept maps. Since creation of concept maps requires a reasonable depth of understanding as well good reasoning skills, the impact of concept maps seem to be more significant on the comprehension and higher levels rather than on the knowledge level. Concept maps and Vee diagrams have been generally considered as metacognitive tools that facilitate meaningful learning. Our present results need to be further strengthened and quantified by additional studies in this subject as well as on a wider range of subjects. Such studies may also help in developing more standardized patterns in concept maps.

The correlation between students' mastery of creating concept mapping and their achievement needs to be investigated in different topics of thermodynamics. Additional studies need to be undertaken to test further the effect of concept mapping strategy in groups with a gender difference, groups with different backgrounds and groups in different types of colleges.

References

- Abu-Mulaweh, H. I. (2004). Portable experimental apparatus for demonstrating thermodynamics principles. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 32, (3), 223-231.
- Ahlberg, M. (2013). Concept mapping as an empowering method to promote learning, thinking, teaching and research. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, Vol. 4 (1), pp. 25 – 35.
- Ali Saeedi, Ali Akbar Saif, Hassan Asadzadeh and Soqra Ebrahimi Qavam, (2013) . Comparing effectiveness of methods of presentation and providing concept maps on reading comprehension, *European Journal of Experimental Biology*, 2013, 3(2):545-550.
- Anderson, L. W. (Ed.), Krathwohl, D. R. (Ed.), Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., Wittrock, M. C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, London.
- Anderson, E. E., Taraban, R., & Sharma M. P. (2005). Implementing and assessing computer-based active learning materials in introductory thermodynamics. *International Journal of Engineering Education*, 21, (6), 1168-1176.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. McGraw-Hill, New York.
- Cobourn, W. G., & Lindauer, G. C. (1994). A Flexible multimedia instructional module for introductory thermodynamics. *Journal of Engineering Education*, 83(3), 271–277.
- Cho, S., Yi, M. Y., & Jackson, J. D. (2012). A Study on the comparative advantages of concept map construction and self-explanation. *Proceedings of the SWDSI Conference*, New Orleans, LA, USA.
- Cotignola, M. I., Bordogna, C., Punte, G., & Cappannini, O. M. (2002). Difficulties in learning thermodynamic concepts: are they linked to the historical development of this field? *Science & Education*, 11, 279-291.
- Cox, A. J., Belloni, M., Dancy, M., & Christian, W. (2003). Teaching thermodynamics with Physlets® in introductory physics. *Physics Education*, 38(5), 433-440.
- Forbus, K.D., Whalley, P. B., Everett, J. O., Ureel, L., Brokowski, M., Baher, J., & Kuehne, S. E. (1999). CyclePad: An articulate virtual laboratory for engineering thermodynamics. *Artificial Intelligence*, 114, 297-347.
- Ellies, G. W., Rudnitsky, A. L., & Silverstei, B. (2004). Using concept maps to enhance understanding in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 20(6), 1012-1021.
- Huang, M., & Gramoll, K. (2004). Online interactive multimedia for engineering thermodynamics. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Salt Lake City.
- Jonassen, D. H., Reeves, T. C., Hong, N., Harvey, D., & Peters, K. (1997). Concept mapping as cognitive learning and assessment tools. *Journal of Interactive Learning Research*, 8(3/4), 289-308.
- Junglas. (2006). Simulation programs for teaching thermodynamics. *Global Journal of Engineering Education*, 10(2), 175-180.
- Katrin Soika, Priit Reiska. (2013). Large scale studies with concept mapping. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, Vol. 4 (1), pp. 142 – 153.
- Kumar, R., Sarukesi, K., & Uma, G V. (2013). Exploring concept map and its role as knowledge assessment tool (2009-2012). *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 2(4), 1534-1540.
- Lang, J. D., Cruse, S., McVey, F. D., & McMasters, J. (1999). Industry expectations of new engineers: A survey to assist curriculum designers. *Journal of Engineering Education*, 88 (1), 43-51.
- Mahajan, A., McDonald, D., & Walworth, M. (1996). General engineering education for non-engineering students. *Proceedings of the 26th Annual Frontiers in Education Conference*, 3, 1264-1266.

- Meltzer, D. E. (2004). Investigation of students' reasoning regarding heat, work, and the first law of thermodynamics in an introductory calculus-based general physics course. *American Journal of Physics*, 72 (11), 1432-1446.
- Minkyu Kim (2013). Concept map engineering: methods and tools based on the semantic relation approach. *Educational Technology Research and Development*, December 2013, Vol. 61, Issue 6, pp 951-978.
- Moreira, M. A. (1985). Concept mapping: An alternative strategy for evaluation. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 10(2), 159-168.
- Ngo, C. C., & Lai, F. C. (2003). An online thermodynamics courseware. *Computer Applications in engineering education*, 11(2), 75-82.
- Mulop, N. (2012). A Review on enhancing the teaching and learning of thermodynamics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 703-712.
- Novak, J., & Gowin, D. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Novak, J. D. (2000). The theory underlying concept maps and how to construct them. <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/>
- 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, Pensacola Fl.
- Novak, J. D., & Canas, A. J. (2006). The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization*, 5, 175-184.
- Novak, J. D., Gowin, B. 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.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Trenton, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hassan, O., & Mat, R. (2005). A Comparative study of two different approaches in teaching Thermodynamics. *Regional Conference on Engineering Education*. Johor.
- Patron, F. (1997). *Conceptual understanding of thermodynamics: A Study of undergraduate and graduate students*. Ph. D. Thesis, Purdue University.
- 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.
- 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.
- Turns, J., Atman, C. J., & 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., & 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.
- Walker, J. M. T., & King, P. H. (2010). Concept mapping as a form of student assessment and instruction. *Journal of Engineering Education*.

UM MODELO DE APRENDIZAGEM DE APOIO À INTERAÇÃO ENTRE APRENDIZES EM FÓRUMS DE DISCUSSÃO BASEADO EM MAPAS CONCEITUAIS

Fernanda Josirene de Melo Ferreira, Sunny Kelma Oliveira Miranda, Hemilis Joyse Barbosa Rocha, Evandro de Barros Costa & Fábio Paraguaçu Duarte da Costa, Universidade Federal de Alagoas, Brasil
Antonio Geroncio dos Santos Filho & Felipe Emanuel da Silva Correia, Faculdade de Tecnologia de Alagoas, Brasil
Email: fynanda@gmail.com

Resumo. Este artigo aborda um problema em Fóruns de Discussão dos Sistemas Colaborativos, devido ao pouco investimento em mecanismos que favoreçam a interação entre aprendizes. A falta de participação ativa dos aprendizes durante as discussões pode ser consequência da dificuldade em se expressarem em linguagem de texto formal ou por inibição de exporem um texto aos demais, conforme constatação de alguns pesquisadores. Para atenuar esse problema, esta pesquisa buscou uma alternativa à linguagem de texto formal empregada nos fóruns. Sendo assim, propomos um fórum baseado em mapas conceituais a partir de um modelo de aprendizagem, em um contexto de aprendizagem significativa, fundamentada na Teoria de Ausubel. Portanto, o modelo de aprendizagem proposto ilustra o modo de como ocorre a aprendizagem significativa ao fazer uma associação de mapas conceituais com protocolos de negociação, na presença de desacordos.

Palavras-chave: Fóruns de Discussão, Mapas Conceituais, Interação.

1 Introdução

Um aspecto diferencial da educação a distância é a interação propiciada por ferramentas virtuais, cuja utilização se dá principalmente por meio da linguagem (Bezerra (2011)). O fórum de discussão, como uma dessas ferramentas e uma das mais utilizadas nos AVA's - Ambientes Virtuais de Aprendizagem tem como linguagem habitual o texto. Segundo Fuks, Gerosa e Pimentel (2003), essa é a linguagem predominante das ferramentas de comunicação para dar suporte ao trabalho em grupo. Entretanto, a alta demanda de mensagens textuais pode tornar-se cansativa e gerar dificuldades na visualização dessas mensagens de conteúdo estático. Além do mais, Murray e Mason (2003) defendem que o acúmulo de mensagens textuais aumenta a sensação de sobrecarga para alunos e professores. Essas dificuldades com a linguagem textual pode desfavorecer as interações entre os aprendizes, como relatam Tortoreli e Gasparin (2012) e Machado e Teruya (2009) ao constatarem que as postagens dos aprendizes no fórum diziam respeito a pouquíssima discussão sobre as suas respostas, não havendo, portanto troca de ideias e nem questionamentos com os demais aprendizes. Bezerra (2011) atribuiu, em parte, ao uso da linguagem formal como inibidora à pouca participação dos aprendizes, e segundo Cunha (2006) os aprendizes consideraram que não possuem o domínio da modalidade culta da língua. Cunha (2006) também alegou que a maioria dos aprendizes relataram que não postaram mensagens por inibição, já que suas mensagens estariam expostas a todos os demais aprendizes e aos professores. Essas razões, segundo Bezerra (2011, p. 23), sacrificam a aprendizagem em nome de uma pretensa e duvidosa correção da linguagem.

Com relação a falta de participação ativa nas discussões dos aprendizes como consta acima, segundo Bezerra (2011), praticamente nenhuma atenção tem sido dada à variedade linguística empregada na interação no fórum. Assim, um problema importante foi levantado: Como criar uma alternativa a linguagem textual utilizada no fórum para que os aprendizes tenham maior interesse em colaborar com interações mais dinâmicas e significativas durante a discussão? Para abordar esta questão foi pensado em um fórum de formato dinâmico estruturado por mapas conceituais (Novak (1998)), já que se trata de uma linguagem gráfica que organiza e representa o conhecimento, onde o indivíduo expõe conceitos inter-relacionados com base em seus conhecimentos prévios e os relacionam com novos conceitos dispostos, levando a uma aprendizagem significativa (Ausubel (2000)). Além do mais, com a incorporação de mapas conceituais em um fórum acredita-se que irá facilitar a leitura das postagens anteriores e as novas participações dos aprendizes, pois a forma de comunicação dentro do fórum será modificada, trocando o raciocínio textual pelo raciocínio diagramático. E isso vai ao encontro do que afirma Romani e Rocha (2001) ao dizer que todos os tipos de visualização têm um objetivo em comum: transformar um dado em algo com mais significado, através de uma visão gráfica, a fim dos aprendizes terem um melhor entendimento.

O objetivo deste artigo está em propor um modelo de aprendizagem baseado em protocolos de negociação com utilização de mapas conceituais como alternativa a linguagem textual e meio para se obter uma aprendizagem significativa nos fóruns de discussão.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na próxima subseção são citados os trabalhos relacionados; a seção 2 apresenta o modelo de aprendizagem em fórum com seus protocolos de negociação; a seção 3 mostra o protótipo do fórum conforme o modelo de aprendizagem proposto; e por fim, a seção 4 traz as considerações finais deste artigo e os trabalhos futuros.

1.1 Trabalhos Relacionados

Como trabalhos correlacionados à presente pesquisa, foram analisados os de Herrera e Fuller (2005), Fucks et al (2005) e Rittgen (2007). Embora esses trabalhos não explicitem a questão da presente pesquisa, seus autores trouxeram soluções que contribuíram com a proposta do modelo de aprendizagem para fórum de discussão que utiliza mapas conceituais.

O trabalho de Herrera e Fuller (2005) integrou mapas conceituais e explorou o aspecto de negociação em sua ferramenta assíncrona, mas diferente de fórum. A pesquisa de Fucks et al (2005) explorou um fórum onde há um aprendiz que exerce a função de líder, que abre um tópico e três questões relacionadas ao tema. Ressalta-se que essas questões são lançadas aleatoriamente, sem considerar as contra-argumentações recebidas, deixando os aprendizes sem um feedback de aceitação ou discordância e não provocando desacordos. Já Rittgen (2007) gerou protocolos de negociação para um processo de modelagem colaborativa. Assim como o trabalho de Fucks et al, Rittgen (2007) também não fez o uso de mapas conceituais, mas disponibilizou para os grupos quatro tipos de linguagens formais sob a justificativa de que modelagem de negócios é geralmente pouco estruturada.

2 Modelo de Aprendizagem em Fórum de Discussão baseado em Mapas Conceituais

Nesta subseção é apresentado um modelo de aprendizagem para um fórum de discussão baseado em mapas conceituais utilizando protocolos de negociação, simulando como os aprendizes podem aprender significativamente.

2.1 Protocolos de Negociação

Rittgen (2007) sugere que os usuários devem interagir por meio de protocolos expressos por ações. Essas ações foram definidas no modelo proposto como “argumentar”, “contra-argumentar” e “contraproposta” e devem obedecer a uma sequência de acordo com o tipo de aprendiz, conforme Figura 1, pois segundo Rittgen (2007), um contra-argumento deve ser apresentado por um usuário diferente, enquanto que uma contraproposta pode ser feita pelo proponente da proposta original. Baker (1999, p. 189) explica que para atingir um acordo é necessário frequentemente transformar propostas iniciais em alguma nova proposta que seja aceitável para todos e que satisfaça as restrições do problema. Essa nova proposta é expressa pela ação “contraproposta”. Logo, tal protocolo, segundo Rittgen (2007), deverá ser usado para adaptar os contra-argumentos recebidos, propondo dessa forma, um novo mapa conceitual mais adequado, de acordo com as reivindicações recebidas.

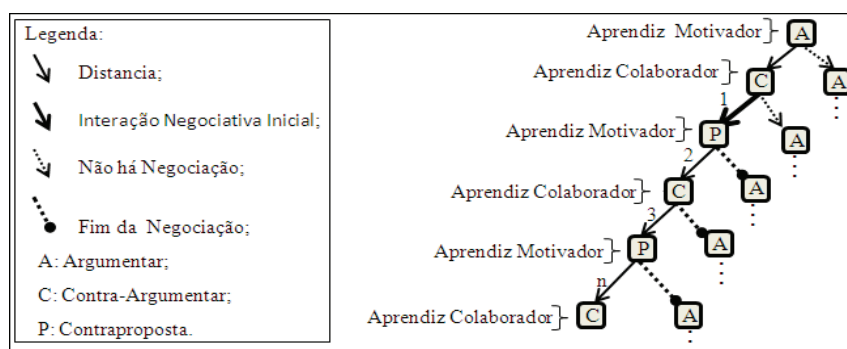


Figura 1. Sequência de Ações.

Note que na Figura 1 as ações “contra-argumentar” e “contraproposta” sendo aceitas, estarão seguidas pela ação “argumentar”. Assim, as interações do lado esquerdo denotam que está havendo negociação, enquanto que as interações do lado direito denotam a resolução da negociação. Numa interação que não seja necessária negociação, ou seja, quando os aprendizes apenas colaborarem sem que haja desacordos, eles farão o uso apenas da ação “argumentar”. Logo, a ocorrência dessa ação é contínua até que seja interrompida por um desacordo através da ação “contra-argumentar”. Para casos de impasse na discussão ou conduta inadequada de algum aprendiz, o tutor poderá interferir ou ser convocado por um aprendiz para mediar.

Um modelo formal foi construído, por meio da rede de Petri Colorida, para simular os protocolos aqui tratados (Ferreira et al, 2013). Os resultados finais apresentados dessa simulação mostraram de forma concisa a visualização dos tipos de interações no fórum, verificando-se diferentes cenários colaborativos de interações negociadas entre os aprendizes.

2.2 Modelo de Aprendizagem

Ao observar a Figura 2 abaixo, é possível verificar o modelo de aprendizagem dividido em dois momentos.

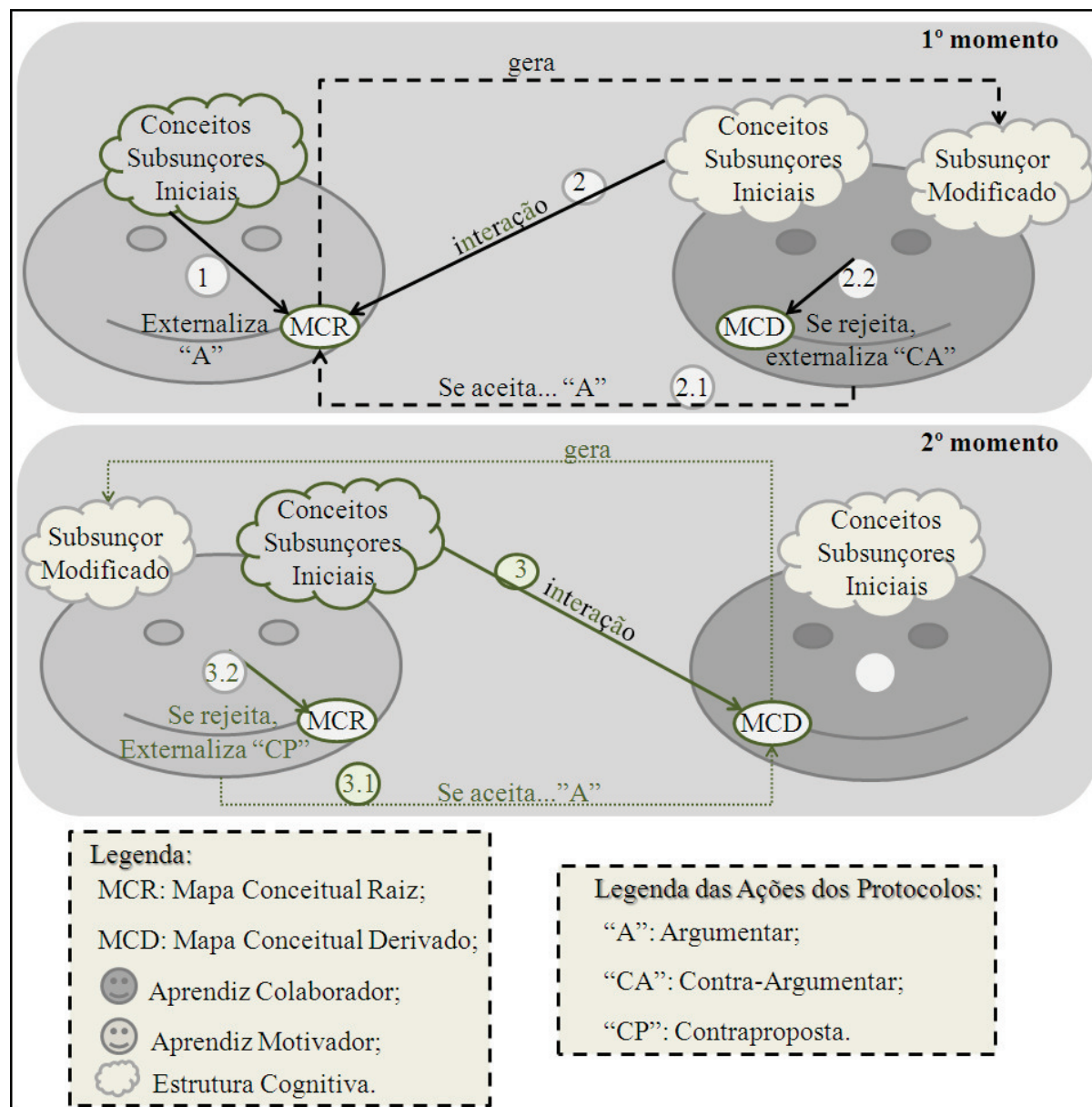


Figura 2. Modelo de Aprendizagem dividido em dois momentos

Considere que o mapa conceitual denominado de "raiz" estará vinculado ao aprendiz motivador, enquanto que o denominado de "derivado" estará vinculado ao aprendiz colaborador. O primeiro momento constante na Figura 2, do modelo de aprendizagem acima, deve ser interpretado da seguinte maneira:

1. Aprendiz "motivador" constrói seu mapa conceitual "raiz" baseado nos conceitos subsunoçores iniciais presentes em sua estrutura cognitiva. Como este é o primeiro movimento, o aprendiz "motivador" faz o uso da ação "argumentar", quando não, faz o uso da ação "contraproposta".
2. Aprendiz "colaborador" identifica os conceitos subsunoçores iniciais presentes em sua estrutura cognitiva que sejam relacionados ao assunto proposto pelo tutor. Em seguida, ele interage esses conceitos com as novas informações presente no mapa conceitual "raiz".

- a. Se o resultado dessa interação for a concordância com o mapa conceitual “raiz”, o aprendiz “colaborador” receberá uma interferência em seus conceitos subsunçores iniciais, e executará uma ação “argumentar” para justificar essa concordância.
- b. Se o resultado dessa interação for uma discordância com a proposta do aprendiz “motivador”, o aprendiz “colaborador” executará a ação “contra-argumentar” gerando um mapa conceitual “derivado”.

Já o segundo momento constante na Figura 2, do modelo de aprendizagem acima, deve ser interpretado assim:

1. Aprendiz “motivador” identifica os conceitos subsunçores iniciais expostos em seu mapa conceitual “raiz” para interagir com a nova informação exposta no mapa conceitual “derivado” do aprendiz “colaborador”.
 - a. Havendo concordância com o mapa conceitual “derivado”, o aprendiz “motivador” receberá uma interferência em seus conceitos subsunçores iniciais, e executará uma ação “argumentar” justificando sua concordância.
 - b. Havendo discordância com o mapa conceitual “derivado”, o aprendiz motivador executará uma ação “contraproposta” para adaptar os contra-argumentos recebidos.

Esses procedimentos se repetirão até que um dos usuários se convença da proposta alheia e chegue a um consenso. Unindo os dois momentos vistos na Figura 2, obtemos o modelo de aprendizagem integral representado na Figura 3:

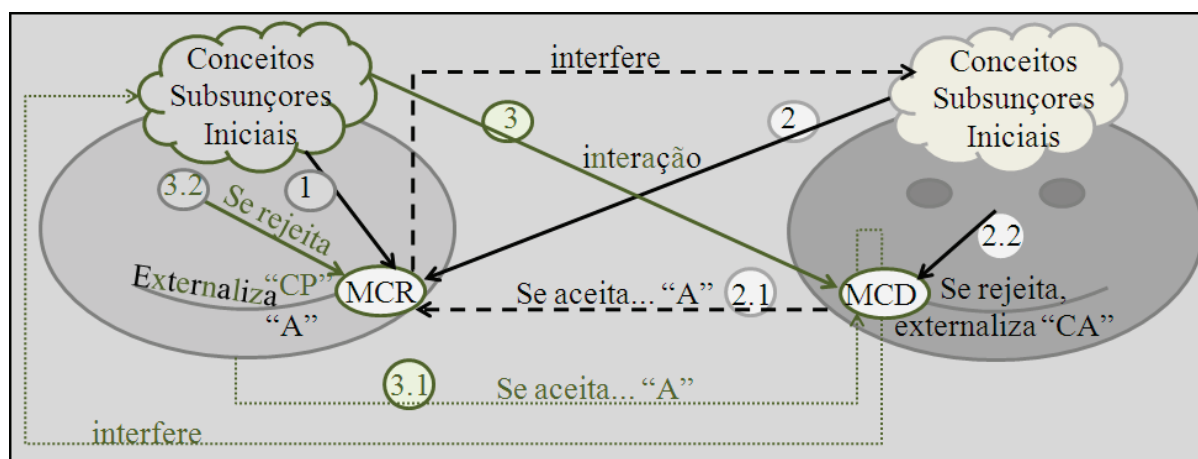


Figura 3. Modelo de Aprendizagem¹

2.3 Considerações sobre o Modelo de Aprendizagem

Toda vez que um “contra-argumento” ou uma “contraproposta” for aceita, ou seja, ao fim de uma negociação, o usuário convencido da proposta alheia adquire um novo conceito subsunçor na estrutura cognitiva, e consequentemente aprende significativamente. Para ser gerado um conceito subsunçor modificado, os conceitos subsunçores iniciais devem interagir com a nova informação (que deve ser potencialmente significativa). No fórum baseado em mapas conceituais, que chamaremos de fórum bMC, a nova informação potencialmente significativa chega ao aprendiz através do mapa conceitual exposto por outro aprendiz. Logo, ao ser gerado um conceito subsunçor modificado, ocorre o que Ausubel chama de princípio de assimilação, efetivando, dessa forma, a aprendizagem significativa.

Entende-se que um conceito subsunçor modificado nada mais é do que um novo conceito subsunçor em relação ao inicial, presente na estrutura cognitiva, de forma que esse novo conceito é uma atualização de seus conhecimentos, e, portanto, nessa atualização, dá-se uma aprendizagem significativa, como explica Moreira e Masini (1982).

Enquanto houver negociação no fórum bMC, ou seja, desacordos entre as informações expostas nos mapas conceituais, haverá um ciclo de substituições do conceito subsunçor inicial por um novo conceito subsunçor (subsunçor modificado). Essa substituição, é denominada por Ausubel como esquecimento do conceito

¹ Considerar a mesma legenda da Figura 2.

subsunção inicial, proveniente do princípio da assimilação. Logo, o fórum bMC permite a construção colaborativa e/ou negociada do conhecimento por meio de mapas conceituais.

3 Protótipo de Fórum conforme Modelo de Aprendizagem

O protótipo de fórum em pauta foi criado a partir do modelo de aprendizagem explicitado acima. Ele foi desenvolvido como um *plugin* para o ambiente virtual de aprendizagem Moodle, escrito na linguagem PHP² e integrando a biblioteca JQuery³. Nele é permitido representar o conhecimento por meio de mapas conceituais a partir de interações entre tutor e aprendizes (motivadores e colaboradores). O aprendiz deve argumentar o raciocínio que o fez construir seu mapa, podendo adicionar informações que reforcem suas razões para aquele argumento, pois segundo Moreira e Masini (1982) é necessário o mapa conceitual ser explicado por um texto complementar.

3.1 Protocolos de interação empregados no protótipo

O tutor inicia o fórum descrevendo o tema a ser discutido e alguns conceitos-chaves a serem utilizados pelo aprendiz, como apresentado na Figura 4. O primeiro aprendiz a participar do fórum é denominado motivador e os demais aprendizes são denominados do tipo colaborador.

Fórum Segurança: condições dos carros brasileiros na categoria hatch



A segurança dos carros na categoria hatch

by F. [nome oculto] - Saturday, 24 May 2014, 9:36 AM

Dentre as tendências do mercado automobilístico brasileiro, visto em nossa disciplina de Atualidades Automobilísticas, discutam as condições dos recentes lançamentos quanto ao conceito sugerido abaixo para carros na categoria hatch.

Segurança

Interagir

Comentar

Figura 4. Tela de Abertura do Fórum bMC

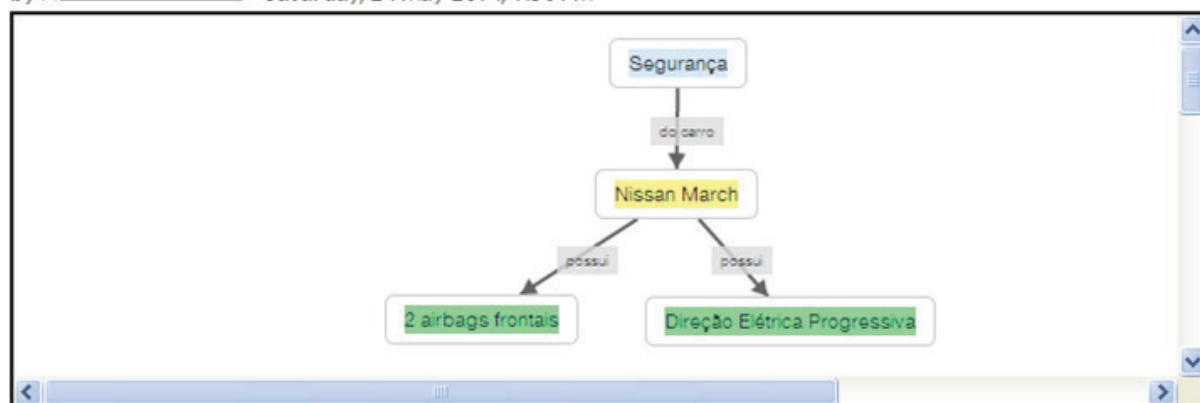
A cada nova interação, o mapa conceitual criado anteriormente é reproduzido no campo de resposta do aprendiz em ação, conforme Figura 5, para que seja possível entendê-lo e expandi-lo. Essa reprodução tenta evitar supostos hábitos dos aprendizes de lerem a postagem do tutor sem responder as respostas dos demais aprendizes.

² PHP - linguagem de programação em que o Moodle foi desenvolvido. Maiores informações da linguagem <http://www.php.net>

³ JQuery é uma biblioteca JavaScript de código aberto. Saiba mais em <http://jquery.com/>



by A [redacted] - Saturday, 24 May 2014, 1:30 PM



by H [redacted] - Saturday, 24 May 2014, 1:37 PM

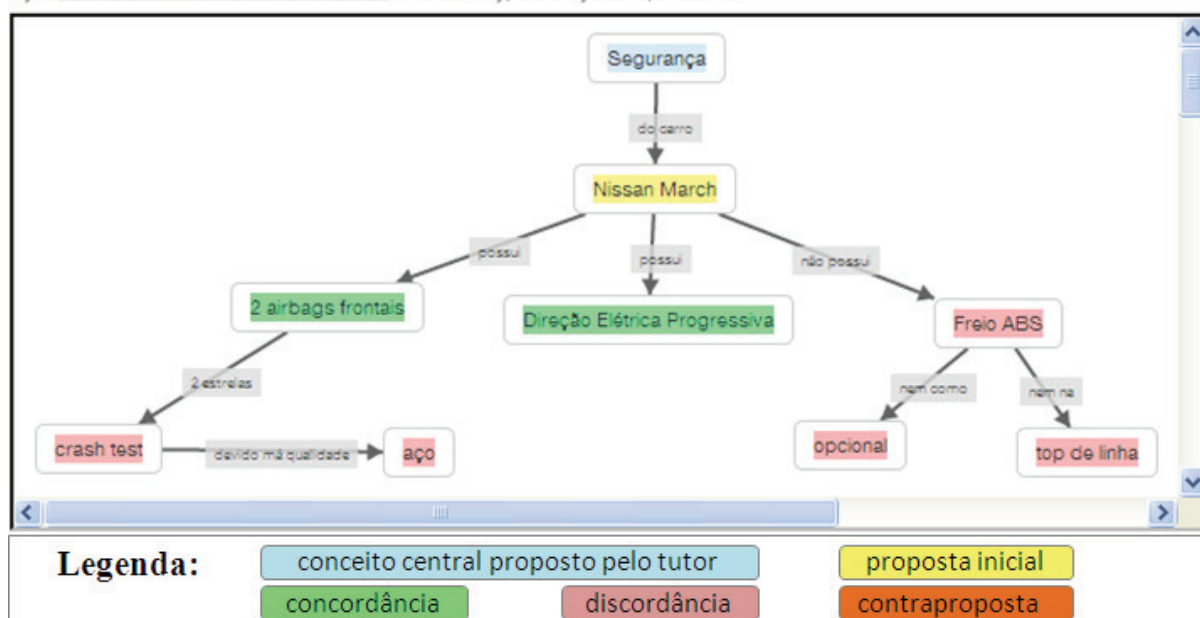


Figura 5. Tela de Interação

As cores nas caixas dos conceitos inseridos no mapa conceitual, como apresentado na Figura 5, representam a ação escolhida conforme descrição na legenda. Assim, é possível observar que o mapa conceitual mais atual apresenta interações entre aprendizes com concordâncias e discordâncias referentes a diferentes conceitos.

- 1 - **Aluno: [nome]** - Propôs: Segurança > Nissan March:
O Hatch da nissan foi lançada no 2º semestre de 2011 batizado como March.
- 2 - **Aluno: [nome]** - Concordou e argumentou: Nissan March > 2 airbags frontais:
O March já vem com 2 airbags frontais de série.
- 3 - **Aluno: [nome]** - Concordou e argumentou: Nissan March > Direção Elétrica Progressiva:
Um diferencial é que o March também vem com Direção Elétrica Progressiva de série.
- 4 - **HE [nome]** - Discordou e argumentou: 2 airbags frontais > crash test:
O March só recebeu 2 estrelas no crash test, isso significa que sua carroceria se deforma com facilidade.
- 5 - **HE [nome]** - Discordou e argumentou: crash test > aço:
O resultado do crash test se deve ao aço utilizado no México, que importa este carro para o Brasil, ser inferior ao fabricado na Europa ou no Japão.
- 6 - **HE [nome]** - Discordou e argumentou: Nissan March > Freio ABS:
O freio ABS permitiria parar mais rápido e mudar a trajetória do carro enquanto freia.
- 7 - **HE [nome]** - Discordou e argumentou: Freio ABS > opcional:
O March não tem Freio ABS nem como opcional, um item de segurança obrigatório no exterior.
- 8 - **HE [nome]** - Discordou e argumentou: Freio ABS > top de linha:
O March não tem Freio ABS nem mesmo na versão top de linha.

Figura 6. Tela de Registros de Interações.

Além disso, como mostra a Figura 6, todas as interações para construção do mapa conceitual são registradas em um histórico de argumentação, onde é possível verificar o nome do aprendiz, o tipo de ação utilizada em sua interação, com qual conceito interagiu e seu argumento justificativo para a inserção de um novo conceito.

3.2 Protocolos de negociação empregados no protótipo

Conforme visto na subseção 2.1, a interação no fórum é iniciada por meio da ação “argumentar” realizada pelo primeiro usuário a colaborar com a postagem do tutor, tornando-se o aprendiz motivador do mapa conceitual. Em seguida, são disponibilizadas para cada aprendiz colaborador duas ações: “contra-argumentar” e “argumentar”. Diante das interações recebidas, o fórum disponibiliza ao aprendiz motivador as ações: “contraproposta” e “argumentar”. Na prática não visualizamos quem é o motivador ou colaborador, isso é definido pelos botões disponíveis a cada tipo de usuário como mostra a Figura 7. O botão salvar serve para salvar a posição desejada do conceito e sua devida ligação com outro.

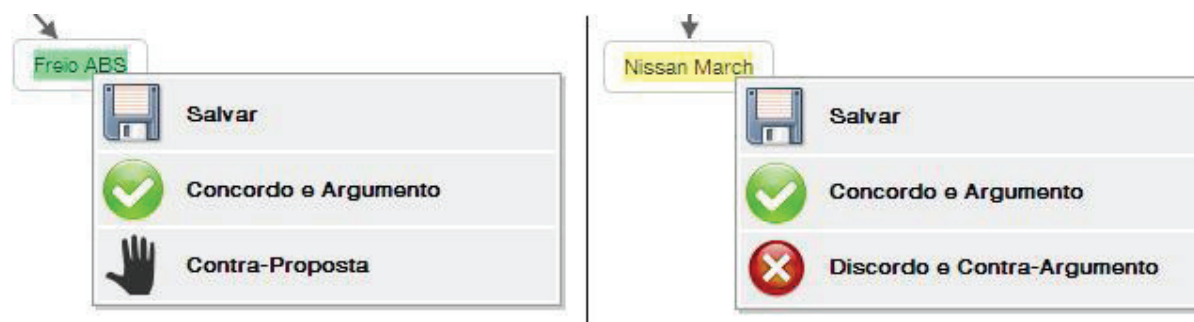


Figura 7. Protocolos de negociação disponíveis de acordo com o tipo de usuário.

4 Considerações Finais

Esta pesquisa chamou atenção para algumas limitações observadas nas interações no ambiente fórum de discussão, devido a poucos mecanismos que favoreçam a participação ativa dos aprendizes, já que foram constatadas dificuldades de interação por meio de uma linguagem de texto formal. Assim, foi proposto um recurso alternativo a ser utilizado no contexto de um fórum: a inserção colaborativa e controlada de artefatos, no caso, a interação por meio de mapas conceituais.

O modelo de aprendizagem apresentado descreveu como é possível aprender significativamente com o uso de mapas conceituais dentro de um fórum que utiliza protocolos de negociação, apoiando-se nas ideias de Ausubel no que diz respeito à promoção da aprendizagem significativa.

Com o protótipo do fórum desenvolvido a partir desse modelo de aprendizagem é possível visualizar melhor, por meio do mapa conceitual criado, as ocorrências de interações entre os aprendizes e os tipos de ações empregadas durante a discussão.

Esse protótipo encontra-se em fase de testes e experimentação em turmas de um curso na modalidade a distância para averiguar sua aceitação e observar as interações dos aprendizes e a ocorrência da aprendizagem significativa entre eles.

Como trabalho futuro, após os *feedbacks* das experimentações desse protótipo, pretende-se aprimorá-lo e disponibilizá-lo como *plugin* a fim de ser instalado no Moodle de universidades públicas.

Referências

- Ausubel, D. P. (2000) The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Kluwer Academic Publishers. Tradução Lígia Teopisto.
- Baker, M. J. (1999). Argumentation and Constructive Interaction. G. Rijlaarsdam & E. Espéret (Series Eds.) & Pierre Coirier and Jerry Andriessen (Vol. Eds.) Studies in Writing: Vol. 5. Foundations of Argumentative Text Processing, 179 – 202. Amsterdam: University of Amsterdam Press.
- Bezerra, B. G. (2011) Usos da Linguagem em Fóruns de Ead. Revista Investigações, v. 24, n. 2, p. 11-33.
- Cunha, A. L. A interação na educação a distância: cuidados com o uso da linguagem em cursos online. In: Seminário Nacional ABED de Educação a Distância (SENAED), 4., 2006, v. 14.2.
- Ferreira, F. J. M.; Miranda, S. K. O.; Costa, E. B. C.; Costa, F. P. D.; Rocha, H. J. B. Um Modelo de Fórum de Discussão com Suporte às Interações entre Aprendizes utilizando Mapas Conceituais. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 24., e Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2., 2013 Campinas, Anais....Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2013, p. 416-425.
- Fuks, H.; Gerosa, M. A.; Pimentel, M. G. Projeto de Comunicação em Groupware: Desenvolvimento, Interface e Utilização. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 23., 2003, Campinas, Anais...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2003, v. 2, p. 295-338.
- Fuks, H.; Gerosa, M. A.; Pimentel, M. ; Filippo, D. ; Lucena, C. J. P. (2005) Informações Estatísticas e Visuais para a Mediação de Fóruns Educacionais. Revista Brasileira de Informática na Educação, Florianópolis, v. 13, n.3, p. 19-32.
- Herrera, O.; Fuller, D. A. (2005). Shared Knowledge: The Result of Negotiation in Non-hierarchical Environments. Springer Verlag in Lecture Notes of Computer Science (LNCS), v. 3706, p. 255-262.
- Jacobsohn, L. V.; Fleury, M. T. L. (2005). A contribuição do fórum de discussão para o aprendizado do aprendiz: uma experiência com estudantes de administração. Caderno de Pesquisas em Administração (USP), São Paulo, v. 12, n.1, p. 69-80.
- Machado, S. F.; Teruya, T. K. (2009) Mediação Pedagógica em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: a perspectiva dos alunos. Políticas e Práticas Educativas: desafios da aprendizagem. In: Congresso Nacional de Educação, 9. Curitiba. Anais...Curitiba: EDUCERE, 2009, p. 1726-1739.
- Moreira, M. A.; Masini, E. F. S. (1982) Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel. Editora Moraes.
- Murray, P. J.; Mason, R. Computer-Mediated Communication (CMC): state of the art. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta a Distância, Associação Brasileira de Educação a Distância, v. 1, n. 2, jan. 2003.
- Novak, J.D. (1998). Conocimiento e Aprendizaje: Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Madrid: Editorial Alianza.
- Rittgen, P. (2007) Negotiating Models. In: Advanced Information Systems Engineering, 19th International Conference, CAiSE 2007, Trondheim, Norway, Proceedings, LNCS 4495, Berlin, Germany: Springer, 2007, pp. 561-573.
- Romani, L. A. S.; Rocha, H. V. InterMap: visualizando a interação em ambientes de educação a distância baseados na Web. In: Encuentro Internacional de Informática en la Educación Superior, 1., 2001, Habana, Cuba.
- Tortoreli, A. C.; Gasparin, J. L. (2012) A interação do professor e alunos no ambiente virtual de aprendizagem: a ferramenta assíncrona fórum. In: Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, 16., 2012. Campinas. Anais...Campinas: UNICAMP, p. 23-34.

USO COMBINADO DE DIAGRAMA V MODIFICADO E MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO AVALIATIVO EM AULAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA INORGÂNICA

Maria Fernanda Campos Mendonça, Márcia Regina Cordeiro & Keila Bossolani Kiill, Universidade Federal de Alfenas, Brasil

Email: nandacampos.mendonc@gmail.com

Resumo. A avaliação é a peça fundamental de todo o dispositivo pedagógico devido à sua natureza de ajuste e pelo fato de apontar a cada momento, quais são as dificuldades que os estudantes encontram em seu processo de aprendizagem, bem como as melhores estratégias para superá-las. Tais informações, contudo, não podem ser obtidas quando se prioriza o uso de instrumentos que busquem avaliar uma aprendizagem mecânica. Com base nessas premissas, buscou-se nesse estudo, propor o uso do diagrama V modificado e mapas conceituais como instrumentos para avaliar a aprendizagem dos alunos em uma aula experimental da disciplina de Química Inorgânica. Ao construir o Vê modificado, os estudantes são colocados em situações de reflexão e busca de relações entre a triade conceitos-evento-fato, contribuindo para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Avaliação, Diagrama V, Mapas Conceituais, Aprendizagem Significativa, Experimentação.

1 Introdução

Ao se caracterizar a aprendizagem como um momento de construção de significados e o ensino como um momento no qual tais significados são compartilhados, a avaliação tem por objetivo fornecer ao professor informações sobre o seu trabalho e sobre a aprendizagem dos alunos. Isso pode ser conseguido ao se fazer uso de instrumentos avaliativos que busquem evidências de uma aprendizagem significativa (AS).

A AS é um processo por meio do qual o aluno vai adquirindo o conhecimento de forma organizada e progressiva (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980). Avaliar essa aprendizagem consiste em estabelecer julgamento de valor sobre manifestações relevantes da realidade, objetivando uma tomada de decisão. Isso requer, por sua vez, atribuir valores às relações que são estabelecidas entre o desempenho real e o esperado (Luckesi, 2011). Desse modo, a avaliação poderá contribuir para o levantamento dos quadros conceituais e proposicionais que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva, ou seja, reconhecer até que ponto o conhecimento foi aprendido de forma substantiva ou não-arbitrária, como é no caso da AS.

Nessa perspectiva, a avaliação desempenha papéis de grande relevância no processo de ensino e de aprendizagem, pois permite (a) levantar os conhecimentos prévios dos alunos antes da instrução; (b) acompanhar a aprendizagem de modo a indicar caminhos para se alcançar uma aprendizagem mais significativa; (c) identificar se os métodos de ensino têm contribuído para tal aprendizagem e (d) estabelecer previsões sobre a melhor forma de organizar o currículo (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980).

Além dos instrumentos avaliativos comumente utilizados pelos professores, tais como provas e testes, Novak e Gowin (1984) sugerem o uso de mapas conceituais (MCs), vês epistemológicos, questões de Gowin, entrevistas ou a combinações destes. Segundo os autores, tais instrumentos fornecem dados essencialmente qualitativos e permitem revelar as condições atuais e reais dos alunos. Isso durante o levantamento de dados na prática avaliativa e no ato de sua análise, contribuindo para o entendimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Partindo-se das assertivas expostas nos parágrafos anteriores, propôs-se neste estudo fazer uso do diagrama V modificado, como instrumento avaliativo de uma atividade experimental desenvolvida na disciplina de Química Inorgânica. Com isso, buscou-se obter informações sobre os significados que os estudantes atribuíram aos objetos e aos acontecimentos estudados, bem como as dificuldades encontradas nesse percurso.

1.1 Diagrama V

O Diagrama V consiste em um instrumento heurístico proposto por D. B. Gowin em 1984, cuja forma em V (Figura 1) revela o processo de construção do conhecimento. No centro e na base do Vê, encontram-se as questões-foco e os objetos/acontecimentos, respectivamente. No lado esquerdo, tem-se um conjunto de elementos referentes aos aspectos teórico-conceituais – visão de mundo, filosofia, teoria, princípios, constructos

e conceitos - e do lado direito, um conjunto de elementos que configuram os aspectos metodológicos – registros, transformação, juízos cognitivos, juízos de valor.

É importante destacar que há uma permanente interação entre cada um dos elementos do Vê, isto é, tudo o que é feito do lado metodológico é guiado por conceitos, por princípios e por filosofias do lado teórico-conceitual. O conhecimento é produzido a partir da interação entre esses dois domínios. O resultado disso é a formulação de resposta à questão-foco referente a determinados acontecimentos ou objetos (Novak, 1998).

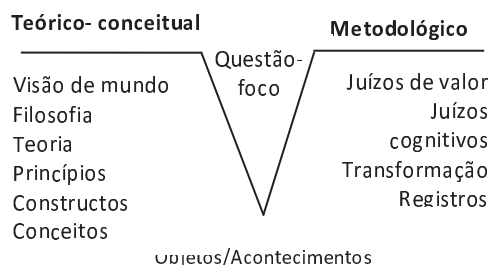


Figura 1. Estrutura do diagrama V.

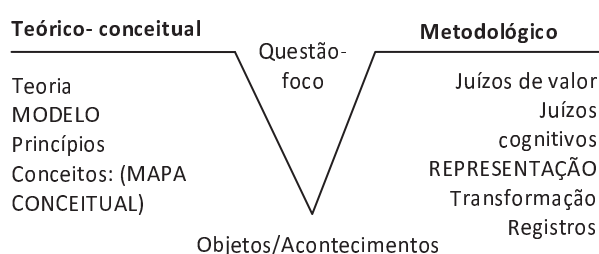


Figura 2. Estrutura do diagrama V modificado.

Todos os elementos do “Vê” são importantes para a construção dos significados, já que cada um deles atua em determinada experiência de aprendizagem. Os conceitos, por exemplo, contribuem para a seleção dos acontecimentos/objetos a serem observados e dos registros a serem feitos. Se os conceitos utilizados estiverem inadequados ou incompletos, a investigação ocorrerá com dificuldades. Caso os registros sejam insuficientes, não haverá fatos que possam ser transformados para produzir afirmações válidas. Assim, embora o significado do conhecimento tenha sua fonte nos objetos e nos acontecimentos, não há nada nos registros que forneça o significado. Este é construído pelos indivíduos à medida que buscam integrar todos os elementos do “Vê” (Novak e Gowin, 1984).

1.2 Diagrama V modificado

Tendo em vista o contexto de aplicação e a natureza do conhecimento químico a ser avaliado, optou-se por fazer uso do diagrama V modificado como instrumento avaliativo (Mendonça, Cordeiro e Kiill, 2014). Dentre as modificações propostas pelas autoras, destacam-se as seguintes: (a) omissão de alguns elementos do lado esquerdo, como visão de mundo, filosofia e constructos e (b) inserção de um elemento no lado esquerdo (modelo), e outro, do lado direito (representação).

Avaliando-se a potencialidade do uso combinado de MCs e de diagrama V, propôs-se neste estudo mais uma modificação no Vê; a apresentação dos conceitos, lado esquerdo, na forma de um MC. A estrutura do diagrama V modificado está representada na Figura 2. A inserção do MC mostrou-se relevante, uma vez que este permite identificar as relações existentes entre os conceitos referentes aos objetos e/ou aos acontecimentos estudados.

MCs são diagramas que exprimem relações significativas entre conceitos na forma de proposições, geralmente em uma estrutura hierárquica. Segundo essa definição, os MCs constituem-se de três elementos fundamentais: (a) conceitos, (b) proposição e (c) palavra de ligação. O conceito é a “[...] regularidade percebida em acontecimentos ou objetos, ou registros de acontecimentos ou objetos, designada por um rótulo” (Novak, 1998, p. 22). As proposições compõem-se de dois ou mais termos conceituais (conceitos), conectados por palavras (palavras de ligação), formando uma unidade semântica que tem o valor de verdade.

Em termos da organização dos conceitos, os MCs podem apresentar duas características, a hierarquia e as ligações cruzadas. A natureza hierárquica revela-se pelas relações de natureza inclusiva, nas quais os conceitos mais inclusivos são colocados no topo do mapa e, abaixo destes, são inseridos sucessivamente aqueles menos inclusivos e mais específicos. Ligações cruzadas são observadas em conexões entre conceitos que se encontram em segmentos diferentes do mapa (Novak e Gowin, 1984).

2 Percurso metodológico

Os dados foram coletados na disciplina de Química Inorgânica de um curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública mineira, e referiram-se à elaboração de um diagrama V modificado e MCs, sobre uma atividade experimental intitulada “Reatividade dos metais alcalinos e alcalinos terrosos”. O estudo teve a

participação de 19 alunos, sendo estes divididos em três grupos de 3 integrantes (FIQ; GJS; DHL), e cinco grupos de dois integrantes (AE; BN; KR; MP; OC). A amostra consistiu, portanto, em 8 diagramas V modificados e 8 MCs, uma vez que os referidos instrumentos foram construídos em grupo. A realização da atividade prática se deu de forma diferenciada, pois não foi utilizado um roteiro experimental, visando, assim, quebrar a sequência de passos e acontecimentos comumente empregados em atividades desta natureza.

A construção do “Vê” se deu em dois momentos, antes e após a realização da atividade prática, a partir das seguintes questões-foco: “Dentre os metais alcalinos ($K_{(s)}$ e $Na_{(s)}$) e alcalinos terrosos ($Mg_{(s)}$ e $Ca_{(s)}$) estudados, quais apresentaram maior reatividade frente à água? Qual é a relação entre a configuração eletrônica e as propriedades periódicas desses metais com a sua reatividade?”.

Uma vez definida a questão-foco, os alunos identificaram os objetos e os acontecimentos a serem pesquisados e fizeram um estudo referente aos seus aspectos teórico-conceituais, levando à construção do lado esquerdo do Vê modificado e do MC. Essa elaboração se deu antes da realização da atividade prática e seu objetivo foi levar os estudantes a identificar os conceitos, os princípios, os modelos e as teorias relacionadas aos objetos/acontecimentos a serem estudados, tendo a questão-foco como norteadora dessa investigação.

A partir da questão-foco, dos materiais disponibilizados e dos conhecimentos levantados com a construção do lado esquerdo do Vê modificado, os alunos propuseram os procedimentos a serem realizados durante o experimento. A partir dos registros obtidos com a realização do experimento, elaborou-se o lado direito do Vê modificado. Ao final da construção do referido instrumento, os alunos atribuíram juízos cognitivos e juízos de valor aos objetos e aos acontecimentos estudados.

2.1 Critérios de análise do diagrama V modificado

A metodologia de análise do diagrama V modificado baseou-se naquela proposta por Mendonça, Cordeiro e Kiill (2014) e apresentada de forma resumida na Tabela 1. Para a análise do elemento conceitos (MC), tomou-se como base os critérios propostos por Belmonte (1997), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 1: Critérios de análise do diagrama V modificado

Elementos do “Vê”	Pontuação
Questão-foco	0,5
Não se identifica uma questão-foco.	0
Uma ou mais questões-foco são identificadas.	0,25 – 0,5
Objetos e acontecimentos	0,5
Não se identificam objetos e/ou acontecimentos.	0
Objetos e acontecimentos são identificados, contudo não se referem à questão-foco.	0,15
Os objetos e acontecimentos identificados referem-se à questão-foco.	0,25 – 0,5
Conceitos*	1,5
Os conceitos relacionados com a questão-foco e com os objetos/acontecimentos não são identificados.	0
Os conceitos relacionados com a questão-foco e com os objetos/acontecimentos são identificados	0,5-1,5
Teoria	0,5
Uma teoria não é identificada.	0
Uma teoria é identificada, contudo não se relaciona com o lado esquerdo do Vê e com a questão-foco. Sendo assim, não descreve acontecimentos e afirmações acerca dos objetos estudados.	0,15
Uma teoria é identificada e descreve acontecimentos e afirmações acerca dos objetos estudados.	0,25 – 0,5
Modelo	1,0
Um modelo não é identificado.	0
Um modelo é identificado, contudo não é consistente com a teoria proposta ou não explica satisfatoriamente os objetos e acontecimentos estudados.	0,25
Um modelo é identificado e é consistente com a teoria proposta e capaz de explicar satisfatoriamente os acontecimentos e objetos estudados.	0,5 – 1,0
Princípios	1,0
Nenhum princípio é identificado.	0
Princípios são identificados. Contudo, não são suficientes para guiar a compreensão da ação significativa que ocorre nos acontecimentos e nos objetos estudados.	0,25
Princípios são identificados e são suficientes para guiar a compreensão da ação significativa que ocorre nos acontecimentos e objetos estudados.	0,5 – 1,0
Registros	0,5
Nenhum registro é identificado.	0
Registros são identificados, contudo são inconsistentes com a questão-foco ou com o acontecimento principal ou são insuficientes para a elaboração das transformações.	0,15
Registros são identificados para o acontecimento principal.	0,35 – 0,5
Transformações	0,5
Nenhuma transformação é identificada.	0
Transformações são identificadas, contudo não são condizentes com a questão-foco ou não se relacionam com	0,20

os registros.	
Transformações são identificadas e são condizentes com a questão-foco.	0,35 – 0,5
Representação	1,5
Nenhuma representação é identificada.	0
Uma representação referente aos objetos/acontecimento estudados é identificada. , contudo é inconsistente com a teoria e o modelo ou não os explicam os objetos/acontecimentos satisfatoriamente.	0,15 – 0,25
Uma representação referente aos objetos/acontecimento estudados é identificada. Tal representação é consistente com a teoria e com o modelo esperados, contudo estes não foram identificados no lado esquerdo do “Vê”.	0,5
Uma representação referente aos objetos/acontecimento estudados é identificada. Tal representação é consistente com a teoria e com o modelo descrito no lado esquerdo do “Vê”, contudo observam-se erros conceituais em sua descrição.	1,0 – 1,5
Juízos cognitivos	1,5
Nenhum juízo cognitivo é identificado.	0
Juízos cognitivos são identificados, contudo não respondem às questões-foco ou as respondem parcialmente, podendo incluir um conceito utilizado em um contexto impróprio, levando a erros conceituais ou se trata de uma generalização que é inconsistente com os registros e com as transformações.	0,25 – 0,5
Juízos cognitivos que respondem às questões-foco são identificados, contudo não estão relacionados com o lado esquerdo do “Vê”. Sendo assim, sua elaboração está baseada apenas nos registros e nas transformações.	1,0
Juízos cognitivos que respondem às questões-foco total ou parcial são identificados. Tais juízos incluem os conceitos-chave e são construídos com base no lado esquerdo do “Vê”, nos registros e nas transformações.	1,25 – 1,5
Juízos de valor	1
Nenhum juízo de valor é identificado.	0
Juízos de valor são identificados, contudo não se referem a uma interpretação dos resultados e das conclusões obtidas na investigação.	0,25
Juízos de valor são identificados. Tais juízos consistem em interpretações dos resultados e conclusões obtidas na investigação.	0,5 – 1,0

* A pontuação atribuída ao elemento conceito será definida segundo os valores obtidos com a análise dos critérios estabelecidos na Tabela 2.

Tabela 2: Critérios de análise do mapa conceitual (elemento conceito)

Critérios de análise	*Pontuação	Critérios de análise	*Pontuação	Critérios de análise	*Pontuação	Critérios de análise	*Pontuação
Conceitos		Hierarquias		Proposições		Exemplos	
Corretos	X	Corretas	X	Corretas	X	Corretos	X
Incorretos	y	Incorretas	y	Incorretas	y	Incorretos	y
Ausentes	z		(x-y) × 5		(x-y) × 1		(x-y) × 1
	$x-(y+z) \times 1$						
Palavras de ligação (distintas)		Segmentos do mapa (1º nível hierárquico) e base		Ligações cruzadas			
Corretas	X	Corretas	X	Corretas	X		
Incorretas	y	Incorretas	Y	Incorretas	y		
	(x-y) × 3		(x-y) × 5		(x-y) × 10		

* As letras x, y e z indicam, respectivamente, o número de cada critério que está correto, incorreto e ausente.

A pontuação final do MC consistiu na soma dos pontos atribuídos a cada um dos critérios descritos na Tabela 2. Para a avaliação final, levou-se em consideração a qualidade dos mapas, fornecida pelo índice de qualidade Q . Este índice consiste em um valor de atribuição subjetiva do professor que inclui todos os fatores que não foram quantizados. O valor atribuído ao fator Q geralmente é 1 e pode variar em casos de se ter mapas muito bons (1,5) ou mapas muito ruins (0,5). Em casos de ocorrência intermediária positiva, podem-se atribuir valores entre 1 e 1,5 e, em ocorrência intermediárias negativas, valores entre 1,0 e 0,5 (Belmonte, 1997).

O uso de um “padrão de pontuação” contribui para o estabelecimento da qualidade dos mapas, uma vez que MCs de diferentes temas apresentarão pontuações diferentes. Para a elaboração do “padrão de pontuação” para o mapa proposto neste estudo, consideraram-se as seguintes qualidades: (a) abaixo da média, (b) média e (c) acima da média. A cada uma dessas qualidades, atribuiu-se um intervalo de pontuação, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Nota dos mapas conceituais, segundo a distribuição da pontuação em torno da média

$\bar{X} - 2\sigma$	$\bar{X} - \sigma$	\bar{X}	$\bar{X} + \sigma$	$\bar{X} + 2\sigma$
Abaixo da média		Média		Acima da média
0,5	0,75	1,0	1,25	1,5

3 Resultados e discussão

A análise dos diagramas V modificados e dos MCs a partir dos critérios estabelecidos nas Tabelas 1 e 2 revelou que a maioria dos grupos recebeu uma pontuação menor do que a da média (5,88), como pode ser observado nos dados da Tabela 3. Isso pode estar relacionado aos seguintes fatores: (a) a não identificação da questão-foco e dos objetos/acontecimentos e/ou (b) aos erros conceituais observados na descrição dos elementos e (c) a presença de Estruturas Hierárquicas Inapropriadas (LIPHS) nos MCs. A ocorrência do primeiro pode ter sido resultado da desatenção dos alunos no momento da elaboração do Vê modificado, ou do não entendimento do significado da importância de cada um de seus elementos para a construção do conhecimento. Os erros conceituais podem, por sua vez, estar relacionados à incompreensão do significado dos conceitos-chave envolvidos na questão-foco. Isso foi percebido com a análise dos MCs, a partir das relações estabelecidas entre os conceitos mapeados. As LIPHS consistem em proposições com falta de clareza semântica ou com erros conceituais e sua ocorrência está atrelada à incompreensão limitada ou incoerente sobre o tema mapeado e à compreensão limitada sobre como preparar bons MCs (Novak, 2002).

Tabela 3: Pontuação dos diagramas V modificados e MCs (elemento conceitos)

Elementos do “Vê”	Grupos							
	F, I e Q	G, J e S	A, E	B e N	K e R	D, H e L	M e P	O e C
Questão-foco	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5
Objetos/ acontecimentos	0,25	0	0,5	0,25	0	0,25	0,5	0,5
Conceitos	1,05	1,20	1,35	0,60	0,90	1,10	0,70	0,60
Teoria	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,15	0,5
Modelo	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5
Princípios	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5
Registros	0,15	0,35	0,35	0,15	0,35	0,35	0,15	0,25
Transformações	0,5	0,5	0,5	0,35	0,35	0,5	0,35	0,5
Representação	0,5	0,5	1,5	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0
Juizados cognitivos	0,75	0,75	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5
Juizados de valor	0,25	0,25	0,25	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0
Pontuação final	5,45	5,55	7,70	3,85	5,85	6,70	4,60	7,35

As relações conceituais apresentadas nos mapas foram, principalmente, de natureza classificatória. A exemplo disso, tem-se a classificação dos elementos químicos em representativos ou de transição e em metais, ametais e semimetais ou gases nobres, estando esta conforme a organização da tabela periódica. Os metais foram classificados em alcalinos e alcalinos terrosos. Outro tipo de classificação referiu-se aos tipos de propriedades periódicas, como eletronegatividade, eletropositividade, raio atômico, energia de ionização e afinidade eletrônica. O MC do grupo (AE), Figura 3, exemplifica tais organizações.

A estrutura classificatória dos MCs pode estar relacionada com a natureza do conhecimento químico avaliado. Quanto aos mapas, observou-se a presença de ligações cruzadas que resultaram em proposições pouco significativas, uma vez que as palavras-chave, necessárias para expressar o significado da relação, não foram utilizadas. Relações desse tipo foram elaboradas pelos grupos (GJS) e (KR) e buscaram respectivamente relacionar o conceito reatividade com o de eletropositividade e eletronegatividade e com o de ligações químicas. As proposições formadas foram as seguintes: *Reatividade **depende** eletropositividade*. Grupo (GJS)/ *Reatividade **depende** eletronegatividade*. Grupo (GJS)/ *Ligação química **depende da** reatividade*. Grupo (KR)

Na maioria dos mapas, exceto naqueles dos grupos (MP) e (CO), os alunos estabeleceram relações entre o conceito de reatividade e os tipos de propriedades periódicas. Essa relação ocorreu de duas formas: (a) com todos os tipos de propriedades periódicas estudadas ou (b) com alguns tipos específicos de propriedades periódicas. A reatividade de um metal diz respeito à facilidade com que os seus átomos “perdem” elétrons. Desse modo, pode-se dizer que a reatividade dos metais varia com eletropositividade. Isto é, quanto mais eletropositivo for o elemento, mais reativo será o metal. Essa relação não ficou muito evidente na proposição apresentada pelo grupo (GJS) que a exprime apenas como uma dependência.

As dificuldades dos estudantes em revelarem o significado da relação entre os conceitos de reatividade e de eletropositividade podem estar relacionadas à incompreensão do próprio conceito de reatividade e dos tipos de propriedades periódicas. Isso fica evidente quando os alunos relacionam a reatividade com outras propriedades periódicas, como a eletronegatividade e a energia de ionização, por exemplo.

A relação entre o conceito reatividade e a configuração eletrônica foi mencionada apenas no mapa do grupo (FIQ), a partir da seguinte proposição: “*reatividade **relaciona-se com** configuração eletrônica*”. Todavia tal

relação não forneceu muitas informações sobre a sua natureza, sendo, assim, pouco significativa. A análise dos MCs revelou que a maioria dos alunos não compreende significativamente o conceito de reatividade, pois apresentaram dificuldades em relacioná-lo com outros conceitos químicos.

A teoria e o modelo propostos pelos estudantes para explicar o acontecimento estudado (reatividade das substâncias cálcio, magnésio, potássio e sódio em água) foram, respectivamente, a teoria atômica e o modelo quantomecânico. Embora a maioria dos alunos tenha descrito o modelo quantomecânico para o átomo, grande parte das representações apresentaram características do modelo de Bohr, como pode ser observado na representação da Figura 4. Isso revelou que os alunos não compreendem a diferença entre o modelo atômico quantomecânico e o de Bohr.

As dificuldades referentes ao entendimento dos modelos atômicos podem estar relacionadas à incompreensão dos significados dos conceitos de órbita e de orbital. Na descrição do modelo, os alunos do grupo (GJS) relatam que no modelo atômico quantomecânico “os elétrons não estão em órbitas como dizia a teoria de Bohr, mas em orbitais onde os números quânticos indicam seus orbitais”. Tais descrições não coincidiram, contudo, com a representação apresentada na Figura 4, na qual os elétrons são representados em órbitas circulares com trajetória bem definida. Isso revela que pode ter havido uma falha no processo de aprendizagem dos estudantes, pois esse conteúdo da área da ciência química foi trabalhado na disciplina de Química Geral e no início da Química Inorgânica.

Figura 3: Mapa conceitual do grupo (AE).

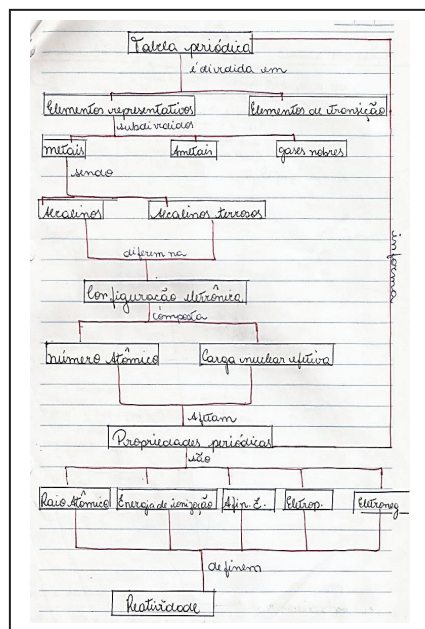


Figura 4: Representação para a configuração eletrônica dos átomos de Na, Ca, Mg e K do grupo (FIQ).

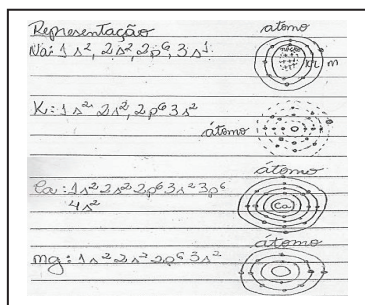
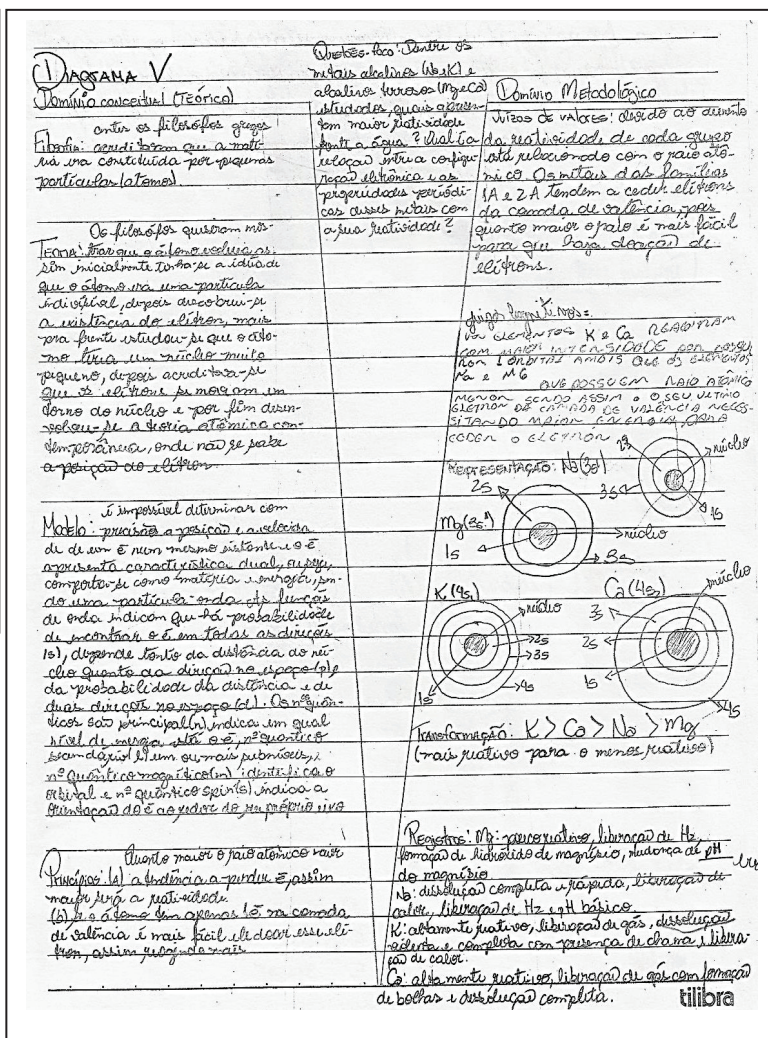


Figura 5: Diagrama V do grupo (CO).



A incompreensão do conceito de reatividade e das propriedades periódicas pode estar relacionada à não existência de um modelo atômico claro, estável e diferenciado na estrutura cognitiva dos estudantes. Duarte (2003) destaca que a compreensão da periodicidade dos elementos químicos e as anomalias observadas para a

mesma, ao longo da tabela periódica, têm como base de explicação, os conceitos de carga nuclear efetiva e de blindagem, relacionados ao modelo atômico quântomecânico.

Os princípios revelaram mais informações sobre a aprendizagem dos alunos referente às propriedades periódicas e à reatividade. A maioria dos alunos compreende a energia de ionização como sendo uma tendência ou facilidade que os átomos têm em perder elétrons e, ao desconsiderar que a mesma se trata de um tipo de energia, acabam por adotá-la como sinônimo de eletropositividade. Exemplos dessas construções são as seguintes: *“Energia de ionização, quanto maior for o átomo, maior será a reatividade, porque é mais fácil ‘soltar’ o elétron.”* Grupo (GJS) / *“Quanto menor a energia de ionização maior será a reatividade do átomo, pois quanto maior a energia de ionização, maior o tamanho do átomo, sendo mais fácil de remover o elétron.”* Grupo (AE)

A confusão entre o conceito de energia de ionização e eletropositividade fica ainda mais evidente ao se contrastarem as transformações e os juízos cognitivos. Os alunos F, I, Q, G, J, S, A, E, M, P, D, H, L, O e C afirmaram que a ordem de reatividade dos metais em água foi a seguinte: $K > Ca > Na > Mg$. Já os alunos K, R, B e N, apresentaram a sequência: $K > Na > Ca > Mg$.

A energia de ionização não seria parâmetro para se determinar a ordem de reatividade apresentada pelo primeiro grupo de alunos, mas poderia explicar a segunda sequência, pois o átomo de cálcio apresenta energia de ionização maior do que a do sódio, de modo que, pelo significado que os alunos atribuíram à energia de ionização, o cálcio deveria ser menos reativo do que o sódio. O mesmo não foi, contudo, observado com a realização do experimento. Isso revelou o quão importante é a compreensão dos aspectos teórico-conceituais para a elaboração de juízos cognitivos e para a atribuição de significados aos objetos e aos acontecimentos estudados em laboratório.

Nesse sentido, percebeu-se que o uso do conceito de energia de ionização como um possível sinônimo de eletropositividade levou a interpretações incorretas sobre a reatividade dos metais. Assim, o melhor parâmetro para se determinar a reatividade seria a eletropositividade e o raio atômico e não a energia de ionização como proposto por grande parte dos alunos.

Quanto à relação entre os conceitos reatividade e configuração eletrônica, a maior parte dos estudantes destacou nos princípios que, a partir da configuração eletrônica, pode-se identificar o número de elétrons da camada de valência e, com isso, determinar se é mais favorável ao átomo ganhar ou perder elétrons para adquirir estabilidade. Tais assertivas forneceram indícios de que os alunos atribuíram a estabilidade dos átomos à aquisição de uma camada “preenchida” ou de uma “camada de gás nobre”.

Com relação aos juízos cognitivos, a maioria dos alunos respondeu que os metais alcalinos foram mais reativos; ou citaram qual o metal alcalino e alcalino terroso foi mais reativo. Uma explicação para a ordem de reatividade apresentada nas transformações não foi, todavia, observada.

Os juízos cognitivos elaborados pelo grupo (CO) (Figura 5) se deram com base nos princípios, na transformação e na representação. Já aqueles construídos pelo grupo (FIQ), ocorreram segundo o princípio e as transformações. Os juízos cognitivos dos demais grupos fundamentaram-se em: (a) apenas nos registros - Grupo (GJS); (b) uma relação entre a transformação e o lado conceitual, porém se tratou de uma resposta errada - Grupos (BN) e (KR) e (c) aspectos do lado conceitual, mas não relacionando com a transformação - Grupos (A E), (DHL) e (MP).

A partir dos juízos cognitivos, obtiveram-se informações referentes à compreensão dos alunos sobre as relações reatividade/propriedades periódicas e reatividade/configuração eletrônica, ampliando as explicações apresentadas nos princípios. A maior reatividade do potássio foi atribuída ao fato de os átomos desse metal apresentarem um raio atômico maior do que aqueles que constituem o metal sódio. A mesma compreensão foi observada para o metal cálcio em comparação ao metal magnésio. Alguns alunos relacionam a reatividade com a eletropositividade e à energia de ionização, conforme já discutido.

A relação entre a reatividade e a configuração eletrônica revelou-se pela “tendência maior ou menor em perder os elétrons de valência”. Essa “perda de elétrons” pareceu estar associada ao atingimento de uma camada fechada, ou seja, à configuração eletrônica de gás nobre.

Os juízos de valor atribuídos ao conhecimento produzido ocorreram de duas formas - privilegiou-se a relevância prática ou a teórica. Com relação à primeira, destacou-se a produção do grupo (AE) na qual os alunos

relacionaram o conhecimento da reatividade à escolha de metais para a realização de determinados experimentos. Na segunda, destacam-se as produções dos Grupos (CO), (DHL) e (KR) que relataram a relação entre a reatividade dos metais e as propriedades periódicas, como no seguinte exemplo: “*Os metais têm tendência a perder elétrons. Essa tendência faz com que eles apresentem alta reatividade, não sendo encontrados na forma livre, na natureza.*” Grupo (KR).

A análise dos “Vês” revelou que a incompreensão dos aspectos teórico-conceituais, como os conceitos de reatividade e de propriedades periódicas e o modelo atômico quântico-mecânico podem ter contribuído para as falhas observadas na construção dos elementos do Vê modificado e nas proposições apresentadas nos MCs. Ainda assim, foi possível obter informações relevantes sobre a aprendizagem dos estudantes, servindo como ponto de partida para apontar caminhos para se alcançar uma AS.

4 Conclusão

O uso combinado de diagrama V modificado e MCs apresentou grande potencial como instrumento avaliativo, pois permitiu identificar os pontos frágeis da aprendizagem, tais como a ausência de subsunções estáveis, claros e diferenciados na estrutura cognitiva dos alunos (modelo atômico quanto mecânico); a não atribuição de significados científicos aos conceitos aprendidos (reatividade, energia de ionização e eletropositividade) e dificuldades em relacionar o conhecimento construído em aulas teóricas com aqueles de aulas experimentais (produção de juízos cognitivos). Tais fragilidades também apontam para problemas no processo de ensino, pois na disciplina em questão privilegiou-se um ensino fragmentado, marcado pela dissociação entre teoria e prática.

Ainda que os diagramas V modificados e os MCs tenham se revelado como bons instrumentos avaliativos, devido às características citadas no parágrafo anterior, vale destacar que o sucesso das técnicas é dependente do entendimento que os alunos possuem sobre a elaboração dos mesmos. Isso, por sua vez, resultará na diminuição de LIPHs nos MCs e na elaboração de diagramas V modificados mais significativos. Para isso, é preciso treinamento e sucessivos processos reflexivos de elaboração e de reelaboração, pelos estudantes.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro, aos sujeitos de pesquisa e à Universidade Federal de Alfenas.

Referências

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., e Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Belmonte, M. (2007). *Mapas conceptuales y uves heurísticas de Gowin: técnicas todas las áreas de las Enseñanzas Medias*. Biblao: Ediciones Mensajero.
- Duarte, H. A. (2001). Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica. *Química Nova na Escola*, Cadernos Temáticos (4), 14-23.
- Luckesi, C. C. (2011). *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. São Paulo: Cortez.
- Mendonça, M. F., Cordeiro, M. R., e Kiill, K. B. (2014). Uso de diagrama V modificado como relatório em aulas teórico-práticas de Química Geral. *Química Nova*, prelo. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br>
- Novak, J. D. (1998). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Novak, J. D., e Gowin, D. B. (1984). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- 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 (4), 548-571.

USO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NOS DIVERSOS NÍVEIS DE FORMAÇÃO

Anna Larissa de Castro Rego, Kalyane da Silva Ferreira, Diana Paula de Souza Rego Pinto Carvalho & Marcos Antonio Ferreira Júnior, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
Email: lala_rn@hotmail.com

Resumo: Trata-se de um estudo de Revisão Integrativa da literatura acerca do uso de Mapas Conceituais nos cursos de níveis técnico, tecnológicos e superiores como ferramenta para uma aprendizagem mais significativa. Objetivou identificar as áreas e cursos de formação de níveis técnicos, tecnológicos e superiores em saúde que utilizam os MC como ferramenta para promoção da aprendizagem. Teve como questão norteadora: Quais os cursos de níveis técnico, tecnológicos e superiores que utilizam os Mapas Conceituais como ferramentas para uma aprendizagem mais significativa e de que forma usam esse recurso? A amostra foi selecionada por uma busca nas bases de dados eletrônicas, CINAHL, Science Direct e SCOPUS no mês de maio de 2014, com os descritores “Concept Maps”, “Meaningful Learning” e “Education”. O Estudo apresentou predomínio do uso de Mapas Conceituais como aplicação prática da TAS e resultados favoráveis ao seu uso pelas instituições de ensino. A versatilidade da TAS frente aos resultados de estudos é expressiva e justifica sua aplicação no ensino de graduação em enfermagem.

Palavras-chave: Educação; Aprendizagem; Formação de conceito; Enfermagem.

1. Introdução

Os mapas conceituais (MC) constituem uma ferramenta pedagógica útil para professores e alunos, pois facilita para o sujeito tornar o conhecimento de um determinado assunto significativo, além de apresentá-lo em um formato esquemático. Desde meados da década de 1980, vários trabalhos têm sido publicados sobre o assunto, com apoio ao uso do mapeamento de conceitos para alunos de todas as idades, em vários contextos educativos e em diversas instituições de ensino (Harrison & Gibbons, 2013).

Os MC são ferramentas de ensino desenvolvidas por Novak e Gowin, que tiveram como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, os quais servem como técnica para aplicação da teoria (Tavares, 2007). Esses possibilitam o desenvolvimento de habilidades do pensamento crítico, pois requerem capacidade de analisar e sintetizar com flexibilidade, curiosidade, participação ativa e experiência (Crossetti et al., 2009).

O mapeamento conceitual é uma estratégia de ensino que trabalha conceitos e fatos juntos, constitui-se como uma ferramenta metodológica positiva capaz de promover o desenvolvimento do conhecimento interdisciplinar e individual (Ferreira, Cohrs & Domenico, 2012). Para que um sujeito possa desenvolver habilidades é necessário uma transversalidade disciplinar e consequentemente, a significação de conceitos (Alvarães & Leite, 2012).

O principal referencial do mapa conceitual é o aprendiz, uma vez que a significação dos conceitos só é possível a partir dos conceitos pré-estabelecidos presentes em sua estrutura cognitiva (Alvarães & Leite, 2012). Ao construir um mapa, os conceitos devem ser organizados hierarquicamente em uma ordem decrescente, com os conceitos mais gerais no topo seguidos por conceitos mais específicos, quando as relações entre estes são explicitadas por meio de ligações cruzadas em que os novos conceitos são integrados aos pré-existentes na estrutura cognitiva e estabelecem ligações entre si, processo esse que torna a aprendizagem significativa (Novak, 1998).

Quando o indivíduo faz uso de uma aprendizagem memorística ou mecânica, na qual possibilita a compreensão de forma exata o objeto estudado, não consegue elaborar o seu próprio significado e restringe-se apenas a repetir as mesmas palavras (Tavares, 2008). Dessa forma, faz-se necessário explorar novos métodos para ajudar os estudantes da área da saúde a integrar conhecimentos essenciais, experiências e a clínica (Ellerman et al., 2006).

Já que os profissionais da saúde, incluindo os enfermeiros, são obrigados a mostrar criatividade, flexibilidade, visão contextual, intelectual e acima de tudo com base em competências e conhecimentos sólidos garantir que são capazes de gerir pessoas e recursos ao mesmo tempo (Ferreira, Cohrs & Domenico, 2012).

Vários estudos exploraram os efeitos dos MC no ensino e na aprendizagem dos alunos e encontraram efeitos positivos, tanto em ensino da clínica prática, como em salas de aula (Lee et al., 2013)

Os MC podem ser utilizados para a compreensão do processo saúde-doença, por meio da análise de tarefas e do planejamento da assistência (Veio, 2010), uma vez que a ferramenta requer reflexão, criatividade e discernimento que são habilidades chaves associadas ao pensamento crítico (Harrison & Gibbons, 2013).

Para proporcionar um atendimento seguro e eficaz, os enfermeiros devem apresentar a capacidade de pensar de forma independente para avaliar os problemas, determinar possíveis soluções, exercer julgamento profissional e fazer uso eficaz dos recursos disponíveis. Assim, os educadores que atuam na área da saúde podem promover a formação de enfermeiros com oportunidades para aquisição da capacidade de pensar criticamente e cultivar as disposições para utilização proativa dessa capacidade (Huang & Yeh, 2012).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar as áreas e cursos de formação de níveis técnicos, tecnológicos e superiores em saúde que utilizam os MC como ferramentas para promoção de uma aprendizagem mais significativa.

2. Método

Trata-se de um estudo de Revisão Integrativa da Literatura acerca do uso de Mapas Conceituais nos cursos de níveis técnico, tecnológicos e superiores em saúde como ferramenta para uma aprendizagem mais significativa.

O desenvolvimento desta revisão seguiu um referencial metodológico que propõe seis etapas para o seu desenvolvimento, quais sejam: 1) elaboração da questão norteadora, 2) busca ou amostragem na literatura, 3) categorização, 4) análise crítica dos estudos incluídos, 5) discussão dos resultados, e 6) síntese da revisão integrativa. Neste contexto, foi elaborado previamente um protocolo de revisão, para orientar o desenvolvimento da pesquisa e a realização de todas as seis etapas sugeridas.

As etapas do protocolo abordaram a identificação do tema, o objetivo, seleção da questão norteadora, seleção da amostra do estudo por meio da estratégia de busca nas bases de dados com utilização de descritores controlados e não controlados, elaboração dos critérios de inclusão e exclusão do estudo, categorização dos resultados, avaliação dos estudos incluídos na revisão e síntese do conhecimento.

A questão norteadora que subsidiou o desenvolvimento da pesquisa foi: Quais os cursos de níveis técnico, tecnológicos e superiores que utilizam os mapas conceituais como ferramentas para uma aprendizagem mais significativa e de que forma usam esse recurso? Para a seleção da amostra do estudo foi realizado um levantamento dos textos nas bases de dados eletrônicas *CINAHL*, *Scopus* e *Science Direct* no mês de maio de 2014, com uso dos descritores não indexados “Concept Maps” e “Meaningful Learning” e o descritor indexado no DeCS “Education”. Com esses descritores foram realizados três cruzamentos diferentes, que foram inseridos respectivamente em todas as bases de dados selecionadas.

Quanto aos cruzamentos realizados para viabilização das buscas em todas as bases de dados foram: 1) Concept Map AND Meaningful Learning, 2) Concept Map AND Education e 3) Concept Map AND Education AND Meaningful learning. Somente foram considerados os trabalhos publicados em periódicos classificados com estratos Qualis A1 e A2 para a área da saúde, de acordo com a classificação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil, válida no momento da busca.

Foram incluídos artigos científicos disponíveis gratuitamente e na íntegra nas bases de dados selecionadas, nos idiomas português, inglês e espanhol, publicados a partir de 1970, visto que as primeiras publicações sobre a teoria são a partir do final da década de 70, e ainda estudos que abordavam o uso de MC com referência a TAS na formação de conceitos nos cursos de nível técnico, tecnológico e superior em saúde.

Foram excluídos artigos que não abordavam a temática relevante para o alcance da pesquisa, artigos que abordassem a temática, porém não fossem da área da saúde, estudos que trataram de aprendizagem, porém sem referência aos MC e a TAS de Ausubel, artigos duplicados e publicações como dissertações, teses, revisão de literatura, editoriais e notas ao editor.

3. Resultados e Discussão

Foram selecionados 09 artigos (Quadro 1) que tratam sobre o uso dos mapas conceituais nas condições elencadas para seleção. Os resultados constataram que a ferramenta é utilizada nas áreas profissionais da saúde em Enfermagem, Odontologia, Biologia e Medicina, no entanto, houve maior destaque para a área da enfermagem. Um estudo realizado por Enders, Brito e Monteiro (2004) afirma que a enfermagem tem se mostrado uma categoria exemplar na procura de inovações de abordagens teórico-práticas e de ensino ao discutir, analisar e defender os novos modos de fazer, aprender e de ser enfermagem.

A tabela 1 demonstra os estudos selecionados, quando apenas um estudo foi proveniente do Brasil. Quanto ao nível de ensino todos os artigos encontrados fizeram referência ao ensino em cursos de níveis superior, sem menção aos níveis de ensino técnicos e tecnológicos. Esses dados revelam a necessidade de trabalhar-se o uso dos MC nesses níveis de ensino, já que são vistos como ferramentas educacionais que ajudam a criar uma representação visual do conteúdo, necessária para aprendizagem dos alunos, com facilitação da aprendizagem e oferecimento de um resumo visual do conhecimento avaliado e auxílio aos alunos a refletirem sobre sua própria aprendizagem e demonstrar como o conhecimento teórico pode ser transferido para uma configuração prática (Harrison & Gibbons, 2013).

	Título/Autores	Periódico	Ano/ País	Qualis CAPES	Área Profissional
A	The longitudinal effect of concept map teaching on critical thinking of nursing students. Lee, W., Chiang, C., Liao, I. Lee, M. L., Chen, S. L., Liang, T.	Nurse Education Today	2013/ Taiwan	A1	Enfermagem
B	Software CMAP TOOLS™ to build concept maps: an evaluation by nursing students. Ferreira, P. B., Cohrs, C. R., De Domenico, E. B.	Revista da escola de enfermagem da USP	2012/ Brasil	A2	Enfermagem
C	A concept mapping exploration of social workers' and mental health nurses' understanding of the role of the Approved Mental Health Professional. Bressington, D. T., Well, H., Graham, M.	Nurse Education Today	2011/ Reino Unido	A1	Enfermagem
D	Ontology technology to assist learners' navigation in the concept map Learning system. Chu, K.K., Lee, C. I., Tsai, R. S.	Expert Systems with Applications	2011/ Taiwan	A1	Odontologia
E	A rule-based system for automatically evaluating student concept maps. Cline, B. E., Brewster, C. C., Fell, R. D.	Expert Systems with Applications	2010/ EUA	A1	Biologia
F	Measuring Knowledge Structure: Reliability of Concept Mapping Assessment in Medical Education. Srinivasan, M., McElvany, M., Shay, J. Shavelson, R. J., West, D. C.	Academic Medicine	2008/ EUA	A2	Medicina
G	Student learning with concept mapping of care plans in community-based education. Hinck, S. M., Webb, P., Sims-Giddens, S., Helton, C., Hope, K. L., Utley, R. Sanviske, D., Fahey, E. M., Yarbrough, S.	Journal of Professional Nursing	2006/ EUA	A1	Enfermagem
H	Concept Maps as an Assessment Tool in a Nursing Course. Hsu, LL., Hsieh, S.	Journal of Professional Nursing	2005/ Taiwan	A1	Enfermagem
I	Developing concept maps from problem-based learning scenario Discussions Hsu, LL.	Journal of Advanced Nursing	2004/ Taiwan	A1	Enfermagem

Tabela 1- Estudos que aplicaram os Mapas Conceituais como ferramenta para promoção da Aprendizagem Significativa (Natal/RN, 2014)

O estudo A aplica os MC como ferramenta para promoção do desenvolvimento do pensamento crítico na área da enfermagem. Trabalha um grupo controle que recebeu palestras como estratégia de ensino e completaram seus trabalhos com uso dos passos dos processos de enfermagem já o grupo experimental recebeu a intervenção de ensino dos MC. Os resultados mostraram que a intervenção com MC como estratégia de ensino teve efeitos positivos, pois a ferramenta de ensino mostrou-se útil para ajudar os alunos a pensarem criticamente. O estudo considera ainda que a melhoria das habilidades do pensamento crítico não acontece limitada a alguns poucos semestres, mas sim ao longo de um período de tempo maior (Lee et al., 2013).

A tabela 2 apresenta os estudos selecionados quanto aos objetivos, aplicação da ferramenta e principais resultados. Expõem várias aplicações para os MC, o desenvolvimento do pensamento crítico, a resolução de casos clínicos, a avaliação do nível e evolução da aprendizagem e a análise de métodos avaliativos do nível de conhecimento.

Tabela 2- Principais dados encontrados pelos estudos que aplicaram os Mapas Conceituais como ferramenta para promoção da Aprendizagem Significativa (Natal/RN, 2014).

	Objetivo	Método	Aplicação da ferramenta	Principais resultados
A	Avaliar o efeito longitudinal dos MC quanto o desenvolvimento do pensamento crítico.	Quase-experimental longitudinal	Pensamento crítico	A intervenção com mapas conceituais como estratégia de ensino teve efeitos positivos sobre o pensamento crítico ao longo do tempo, o que implicou que o mapa conceitual pode ser útil para ajudar os alunos a pensarem criticamente.
B	Descrever a contribuição das ferramentas de CMAP TOOLS® para resolver o caso clínico, e identificar os desafios de usar as ferramentas de CMAP®, a partir das perspectivas dos alunos.	Descritivo qualitativo	Resolução de caso clínico	Concluiu-se que o software CMAP TOOLS® favoreceu a construção dos MC por seus recursos de formatação e autoformatação e que estratégias de orientação deveriam ser implantadas para a fase inicial de utilização.
C	Explorar como diferentes pontos de vista profissional e níveis de conhecimento de assistentes sociais e enfermeiros de saúde mental, podem afetar a percepção do papel do Aprovado Profissional de saúde mental (AMHP), durante um programa de formação Inter profissional.	Descritivo qualitativo	Avaliação de nível e evolução da aprendizagem	O mapeamento utilizado em serie facilita a reflexão sobre o processo de aprendizagem e a construção da confiança desafiando a própria prática, dessa forma, os resultados reforçam a viabilidade da utilização de mapas conceituais na educação em saúde e assistência social.
D	Implementar um sistema de aprendizagem baseado em mapa conceitual com tecnologia de ontologias para ajudar os usuários a procurar o mapa conceitual, determinar as relações entre os nós ou predicados.	Desenvolvimento tecnológico	Análise de métodos avaliativos do nível de conhecimento	O sistema de aprendizagem mapa conceitual baseada em ontologias proporciona os conceitos de Unidade Curricular navegações, busca e introduz conceitos que ajudam a desenvolver a reflexão dos alunos e estabelecer a sua estrutura de conhecimento detalhado.
E	Mapear representação incluindo restrições no mapa construção, e os diferentes métodos de avaliação de mapas conceituais.	Quantitativo com desenho transversal.	Análise de métodos avaliativos do nível de conhecimento	O sistema reduz o tempo que o instrutor passaria para corrigir e classificar os MC. O programa fornece notas mais consistentes para mapas conceituais mais complexos.
F	Testar a confiabilidade da avaliação do MC, o qual pode ser utilizado para avaliar "estrutura de conhecimento", de um indivíduo em um ambiente de educação médica.	Qualitativo, descritivo.	Análise de métodos avaliativos do nível de conhecimento	A avaliação de MC, utilizando três sistemas de pontuação (Q, I/Q, e H) que avalia a qualidade e importância de proposições e as características de complexidade de cada MC pode ser administrado de forma confiável na educação médica.
G	Avaliar a eficácia dos MC como estratégia de aprendizagem para estudantes de bacharelado em enfermagem para planejar e avaliar os cuidados de enfermagem durante um curso de base comunitária de saúde mental.	Quase-experimental	Avaliação de nível e evolução da aprendizagem	As habilidades de mapeamento conceitual dos alunos melhoraram significativamente para estabelecer padrões e relações para planejar e avaliar os cuidados de enfermagem.
H	Implementar os MC como estratégia de aprendizagem em um curso de enfermagem e avaliar o progresso de aprendizagem dos alunos por meio da construção de MC com base em cenários.	Quantitativo, quase-experimental	Avaliação de nível e evolução da aprendizagem	O MC é uma ferramenta muito útil para ajudar os alunos a incorporarem conceitos de enfermagem adquiridos a partir de discussões de cenários, é uma inovação pedagógica criativa que melhora o pensamento crítico do aluno e a capacidade metacognitiva.
I	Examinar os efeitos da adoção de mapas conceituais em Ensino Baseado em problemas (PBL) discussões de cenário sobre os resultados da aprendizagem em um curso de enfermagem.	Quantitativo, experimental	Avaliação de nível e evolução da aprendizagem	Os MC facilitam a introdução de conceitos de enfermagem em currículos e podem ser úteis para análise de processos de pensamento individual do aluno durante o curso.

Dentre os artigos que analisaram os métodos de avaliação do nível de conhecimento (D, E, F), destacam-se programas nos quais auxiliam e promovem o desenvolvimento cognitivo dos alunos e a compreensão em diferentes cenários de ensino e aprendizagem. De acordo com o estudo de Chu, Lee, Tsai, et al, 2011 (D), um programa *online* ajuda o usuário a construir sua estrutura de conhecimento, uma vez que apresenta conceitos de termos, se o aluno desejar poderá apresentar relação entre dois conceitos ou ainda a relação de hierarquização de um conceito em relação aos todos os outros do MC. Em um trabalho (E), que aborda o sistema virtual como uma capacidade de avaliar e atribuir notas aos MC, em um tempo mais rápido que o professor e fornece aos alunos um *feedback* imediato, atribui notas mais consistentes para MC mais complexos e foi constatado que os alunos que obtiveram melhores pontuações foram os que mais treinaram (Cline, Brewster & Fell, 2010). Dessa forma, esses métodos avaliativos aumentaram a capacidade do aluno em aprender e permitiram que os professores monitorassem o progresso da aprendizagem de seus alunos (Chu, Lee & Tsai, 2011). No entanto, a adoção generalizada de avaliação de MC para avaliar a estrutura cognitiva de um aluno depende da validade que analisam a relação da estrutura de conhecimento para outros programas de avaliação e a disponibilidade de tecnologia para realizar o processo de pontuação (Srinivasan et al., 2008).

Sobre os artigos que aplicaram a ferramenta para realização de caso clínico o artigo (B), foi evidenciado pelos resultados que o processo de construção de MC, por favorecer a inclusão e exclusão de informações, possibilitar a distribuição espacial das mesmas, concentrá-las numa página, enfim, dinamicamente envolver o estudante na execução da tarefa, facilita o processo de aprendizagem, além de poupar tempo despendido (Ferreira, Cohrs & Domenico, 2012). Os MC favorecem o raciocínio clínico, pois o aluno pode visualizar de forma clara e objetiva as prioridades e identificar as relações entre os dados clínicos do paciente além de revisar os conceitos e demandas de cuidado, por se tratar de operações mentais que subsidiam o processo de tomada de decisão. Portanto, o MC é considerado uma estratégia relevante para a resolução de casos clínicos e uma possibilidade de integração dos conteúdos interdisciplinares envolvidos no processo de ensino e aprendizagem na área da saúde (Domenico et al. 2008).

Outros estudos (C, G, H, I) foram os que avaliaram o nível e evolução da aprendizagem. Realizaram a elaboração de MC em períodos distintos para analisar a evolução, o nível de compreensão do conteúdo e as diferenças entre eles. O estudo C constatou que quando os MC são vistos como série de casos fornecem uma ilustração poderosa de como o novo conhecimento é assimilado com a compreensão existente. O mapeamento utilizado em série facilita a reflexão sobre o processo de aprendizagem e a construção da confiança desafia a própria prática, dessa forma, os resultados reforçam a viabilidade da utilização de MC na educação em saúde e assistência social e sugere que mais pesquisas sejam realizadas nesta área, para uso dos MC também como um método de avaliação da aprendizagem e para a supervisão clínica (Bressington; Wells; Graham, 2011).

O estudo G destacou uma evolução nos MC ao longo do tempo, evidenciada pela melhoria das pontuações quando os estudantes afirmaram que seu uso melhorou a capacidade de pensamento, a preparação para o mundo real e a capacidade de compreender situações complexas na comunidade. Uma recomendação adicional pelos estudantes foi quanto ao tempo adequado para criação dos MC, já que muitos alunos disseram ter passado três horas ou mais no processo de construção (Hinck et al. 2006).

De acordo o estudo H, foi observado os diferentes tipos de MC durante um período de tempo, quando concluiu que todos os primeiros esboços de mapas receberam pontuações baixas, porém, a partir do terceiro e demais rascunhos feitos por todos os participantes apresentaram melhora. O MC constituiu uma ferramenta muito útil para ajudar os alunos a incorporarem novos conceitos de enfermagem adquiridos a partir de discussões de cenários. Trata-se de uma inovação pedagógica criativa que representa projeção dos conhecimentos adquiridos sobre diferentes conceitos, o que melhora o pensamento crítico do aluno. Esta abordagem também fornece uma maneira para que o instrutor forneça conselhos e exemplos (Soika, Reiska, 2013).

Um estudo realizado por Marchand et al. (2007) que utilizou a técnica de mapeamento conceitual para descrever e analisar o conhecimento e outros estados mentais de pacientes obesos que vão submeter-se ao procedimento de cirurgia bariátrica reforçou a utilidade do uso da ferramenta para explorar o conhecimento e a organização desses na estrutura cognitiva do indivíduo.

Por fim, o estudo I apresentou em seus resultados que o grupo que utilizou a estratégia de MC para aprendizagem teve significativamente maiores escores, proposição e hierarquia para os seus MC em comparação com o grupo controle que recebeu o ensino tradicional. Dessa forma, o desenvolvimento da habilidade de MC não é apenas uma questão trivial, o elemento professor apresenta-se para incluir qualquer situação no qual o

aprendiz é guiado em adquirir novos conhecimentos, a avaliação serve para informar o aluno e o professor o quanto bem adquiridos e aplicados foram esses novos significados (Novak, 2010).

4. Conclusão

Dentre os estudos selecionados para este manuscrito, os cursos das áreas da saúde que utilizam os MC foram o de medicina, enfermagem, biologia e odontologia, quando todos foram de formação em nível superior, sem referências para o uso de MC nos níveis de ensino técnicos e tecnológicos em meio aos critérios de busca selecionados para o estudo.

A enfermagem destacou-se em virtude do maior número de estudos que trataram sobre o uso do MC como ferramenta de ensino-aprendizagem. No entanto, o estudo apresentou uma limitação relacionada aos critérios de busca, uma vez que contemplou apenas artigos publicados em revistas com Qualis CAPES A1 e A2, elencado critério para aumentar o rigor dos estudos.

Os resultados evidenciaram que os MC aplicados aos cursos da área da saúde facilitaram o processo de aprendizagem por promover o desenvolvimento do pensamento crítico, ajudar na resolução dos casos clínicos e servirem como ferramenta para avaliação do nível de conhecimento e progresso da aprendizagem do estudante.

Referências

- Alvarães, A. C. T., Leite, L. S. (2012). O uso de mapas conceituais como instrumento pedagógico: um estudo de caso no curso de administração. *Gestão e Sociedade*, 1(1).
- Bressington, D. T., Well, H., Graham, M. (2011). A concept mapping exploration of social workers' and mental health nurses' understanding of the role of the Approved Mental Health Professional. *Nurse Education Today*, 31(6), 564-570.
- Chu, K.K., Lee, C. I., Tsai, R. S. (2011). Ontology technology to assist learners' navigation in the concept map learning system. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11293-11299.
- Cline, B. E., Brewster, C. C., Fell, R. D. (2010). A rule-based system for automatically evaluating student concept maps. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2282-2291.
- Crossetti, M. G. O., Bittencourt, G. K. G. D., Schaurich, D., Tanccini, T. Antunes, M. (2009). Estratégias de Ensino das habilidades do pensamento crítico na enfermagem. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 30(4), 732-734.
- De Domenico, E., Ohl R., Matheus M., C. Moreira, R., S. Ferreira, P. Gutiérrez, M., G. P. Stela C. B. (2008). Concept map applied to the development of nursing students' clinical Judgment. *School of Nursing*.
- Ellermann, C. R., Kataoka-Yahiro, M. R., and Wong, L. C. (2006). Logic models used to enhance critical thinking. *The Journal of Nursing Education*, 45(6), 220-227.
- Enders B. C., Brito R.S., Monteiro A. I. (2004) Análise conceitual e pensamento crítico: uma relação 295 ARTIGO complementar na enfermagem. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 25(3), 295-305.
- Ferreira, P. B., Cohrs, C. R., De Domenico, E. B. (2012). Software CMAP TOOLS™ to build concept maps: an evaluation by nursing students. *Revista da escola de enfermagem da USP*, 46(4), 967-972.
- Harrison, S., Gibbons, C. Nursing student perceptions of concept maps: from theory to practice. (2013). *Nursing education perspectives*, 34(6), 395-399.
- Hinck, S. M., Webb, P., Sims-Giddens, S., Helton, C., Hope, K. L., Utley, R. Sanviske, D., Fahey, E. M., Yarbrough, S. (2006). Student learning with concept mapping of care plans in community-based education. *Journal of Professional Nursing*, 22(1), 23-29.
- Hsu, L. L. (2004). Developing concept maps from problem-based learning scenario Discussions. *Journal of Advanced Nursing*, 48(5), 510-518.
- Hsu, L L., Hsieh, S. (2005). Concept Maps as an Assessment Tool in a Nursing Course. *Journal of Professional Learning*, 21(3), 141-149.
- Huang, Y., Chen, H., Yen, M., Chung, Y. (2012). Case studies combined with or without concept maps improve critical thinking in hospital-based nurses: A randomized-controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 49(6), 747-754.

- Lee, W., Chiang, C., Liao, I. Lee, M. L., Chen, S. L., Liang, T. (2013). The longitudinal effect of concept map teaching on critical thinking of nursing students. *Nurse Education Today*, 33(10), 1219-1223.
- Marchand, C., Poitou, C., Pinosa, C., Dehay, B., Basdevant, A., d'Ivernois, J. F. (2007). Obesity Surgery, 17(10), 1350-1356.
- Novak J. D. (2010). Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. *Invited Papers*, 6(3), 21-30.
- Novak, J. D. (1998). Learning, creating, and using knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Soika, K., Reiska, P. (2013). Large Scale studies with concept mapping. *Journal for Educators, Teachers and trainers*, 4(1), 143-153.
- Srinivasan, M., McElvany, M., Shay, J. Shavelson, R. J., West, D. C. (2008). Measuring Knowledge Structure: Reliability of Concept Mapping Assessment in Medical Education. *Academic Medicine*, 83(12), 1196-11203.
- Tavares, R. (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciências & Cognição*, 12, 72-85.
- Tavares, R.(2008). Aprendizagem Significativa e o ensino de ciências. *Ciências & Cognição*, 13, 94-100.
- Veio, P. Concept mapping for applying theory to nursing practice. (2010). *Journal for nurses in staff development*, 26(1), 17–22.
- Whittemore R, Knafl K. (2005). The integrative review: update methodology. *Journal of Advanced Nurse*, 52(5), 546-553.
- Wilgis, M. and McConnell, J. (2008). Concept mapping: an educational strategy to improve graduate nurses' critical thinking skills during a hospital orientation program. *Journal of continuing of education in nursing*, 39(1), 119–126.

USO DE MAPAS CONCEITUAIS PARA DEFINIR DIRETRIZES PARA CRIAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM ACESSÍVEIS

Claudia Mara Scudelari de Macedo, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
Email: claudia.scudelari@gmail.com

Resumo: Com o objetivo de orientar professores autores e/ou desenvolvedores de materiais didáticos digitais na criação de objetos de aprendizagem acessíveis às pessoas com deficiência, foi desenvolvido um conjunto de diretrizes de acessibilidade, com base na observação das recomendações do W3C – WCAG, IMS e princípios do design universal aplicados a criação de conteúdos para web. Pela intensa quantidade de recomendações e normas destes órgãos, que apresentam sobreposição das práticas abordadas, fez-se uso intenso da criação de mapas conceituais como ferramenta de apoio na modelagem do conhecimento, para nortear a definição das diretrizes. Este artigo mostra a representação e sintetização de conceitos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa em questão, com o uso de mapas conceituais nas várias etapas do projeto e finalmente como a organização das recomendações pode ser sintetizada através de um mapa conceitual.

Palavras-chave: objetos de aprendizagem, mapa conceitual, acessibilidade

1 Introdução

A expansão do uso das Tecnologias de Informação e comunicação contribuíram para que a modalidade de educação a distância se firmasse cada vez mais nas instituições brasileiras de ensino. As possibilidades proporcionadas pelo e-learning vem tornando o ensino a distância cada vez mais eficiente, por disponibilizar o aprendizado em qualquer lugar, a qualquer tempo, para qualquer pessoa e cada vez mais próximo das necessidades dos aprendizes.

Atualmente, o aprendizado a distância é reconhecido como igualmente eficaz ao método presencial, e as pesquisas sobre o desempenho dos estudantes tem apresentado melhor rendimento dos alunos de educação a distância do que os alunos de cursos presenciais (MOORE e KEARSLEY, 2007, p. 257-259; VALENTE E MATTAR, 2007, p. 23. De acordo com BAUMANN (2007), a distância não é obstáculo para se estar em contato, mas estar em contato não é obstáculo para se permanecer à parte.

A popularização da internet, e a maior incidência dos cursos a distância, assim como a necessidade de sistemas mais flexíveis, fez com que surgissem os objetos de aprendizagem digitais. Estes recursos amplamente utilizados nesta modalidade, tem como objetivo principal facilitar o aprendizado, promover as facilidades de uso e de compartilhamento de conteúdo; suas principais características são o cumprimento a um objetivo de aprendizagem bem definido e sua reutilização em vários contextos instrucionais. (Macedo, 2010).

Os objetos de aprendizagem fazem uso de várias mídias para facilitar a difusão do conhecimento de um domínio, no entanto esta variedade de mídias pode apresentar barreiras de acesso aos indivíduos que possuem algum tipo de deficiência. A atenção ao público com deficiência é questão legal e ética de garantia da participação destes indivíduos na sociedade; assim, há que se considerar a ampla participação de pessoas com deficiência na criação de recursos para os cursos on line. A transposição de obstáculos de acesso à informação são questões relativas à acessibilidade, e a inclusão educacional se constitui na identificação das barreiras de acesso e na busca de soluções para ultrapassá-las.

A variedade de mídias utilizadas na construção de objetos de aprendizagem pode ampliar os problemas de acessibilidade, então, para que estes recursos sejam acessíveis, seus criadores devem considerar as possíveis deficiências dos usuários em todo o processo de criação do material. Existem normas, recomendações e princípios desenvolvidos por grupos de pesquisadores, do W3C e do IMS, no sentido de garantir a acessibilidade aos conteúdos apresentados via web; que são extensas e se referem principalmente aos aspectos técnicos de implementação.

Com o objetivo de apoiar os professores na criação de objetos de aprendizagem acessíveis foi desenvolvido por MACEDO, 2010, um conjunto de diretrizes visando ampliar a acessibilidade pela disponibilização de mídias alternativas ou equivalentes. Esta pesquisa de natureza aplicada e qualitativa fez uso das ferramentas de

representação de conhecimento como instrumento de análise sobre a complexidade dos temas envolvidos, para visualizar e delimitar a abrangência da pesquisa.

2 Os mapas conceituais como representação do conhecimento:

Os mapas conceituais de acordo com OKADA, 2005 possibilitam reunir um corpus de investigação de forma organizada e definir trilhas mais produtivas para uma pesquisa. O primeiro passo da pesquisa realizada para a determinação das diretrizes foi o levantamento do estado da arte sobre o desenvolvimento e utilização dos objetos de aprendizagem na dinâmica da educação a distância, bem como as questões relativas a acessibilidade em conteúdos disponibilizados via web. As informações coletadas foram reunidas no mapa conceitual apresentado na figura 1. Este mapa inicial apresentou os conceitos envolvidos na criação de objetos de aprendizagem que poderiam influenciar a determinação das diretrizes para criar objetos de aprendizagem acessíveis. O detalhamento dos conceitos possibilitou visualizar e sequenciar as etapas seguintes da pesquisa.

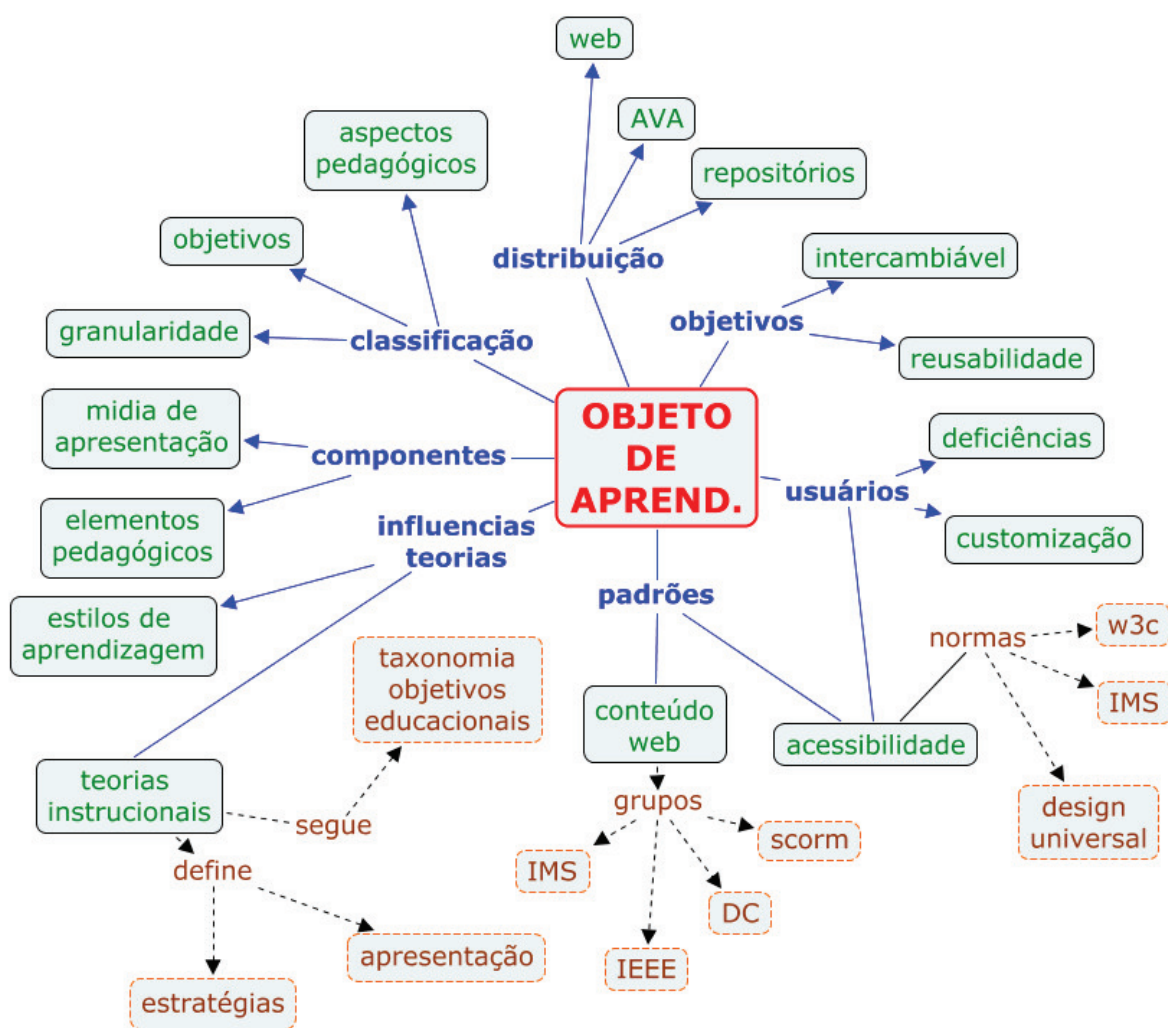


Figura 1: Mapa conceitual – objetos de aprendizagem – itens de pesquisa.

Cada um dos conceitos apresentados neste primeiro mapa conceitual, se tornou objeto de pesquisa, como exemplo, no estudo das características dos usuários; as deficiências mais comuns encontradas na web são as deficiências visual e auditiva, seguidas das deficiências cognitivas e neurológicas, além das deficiências provocadas pelos dispositivos ou equipamentos de acesso, por meio dos Mapas Conceituais pode-se visualizar as características dos usuários dos objetos de aprendizagem, relativas às suas deficiências de acordo com as classificações pesquisadas bem como os meios usados para acesso ao conteúdo.

2.1 Conceito – deficiências visuais

A representação das deficiências visuais foi descrita no mapa conceitual da figura 2, este mapa mostra quais os contextos de consideração desta deficiência e quem são os indivíduos assim classificados. Neste caso, podem ser desde o indivíduo que possui uma deficiência temporária, alguém que trabalha num ambiente muito escuro, indivíduos com baixa visão, daltônicos e cegos. As características desses indivíduos foram detalhadas em mapas que permitiram visualizar as barreiras que cada um deles pode encontrar no acesso ao conteúdo de mídia da web assim como as recomendações indicadas para que os indivíduos tenham acesso a estas mídias.



Figura 2: Mapa conceitual das características dos usuários com deficiência visual – cegos.

Por exemplo, para os usuários cegos, a principal barreira de acesso ao conteúdo da internet é a visualização de textos e imagens, que podem ser fotos, vídeos, animações, tabelas e gráficos. A descrição de imagens para estes usuários é um recurso muito forte. As imagens devem sempre apresentar texto alternativo. Além disso, devem ser simples e bem descritas, podendo ser esta descrição diretamente apresentada em áudio. Esses usuários não leem legendas, e as vezes utilizam displays em Braille acoplados. Utilizam frequentemente leitores de tela e sintetizadores de voz (W3C, 2010).

A figura 3 exemplifica o mapeamento das características dos indivíduos com deficiência visual classificados como indivíduos de baixa visão, relacionadas com as tecnologias utilizadas para acesso ao conteúdo digital. Indivíduos com baixa visão compõe um grupo dentro das classes de indivíduos com deficiência visual.

Este mapa conceitual representa os cinco tipos de deficiências visuais classificadas pelo OMS. No detalhamento das características dos indivíduos com baixa visão, especifica os tipos de deficiências reconhecidas nestes indivíduos, as principais barreiras encontradas no acesso ao conteúdo web e as tecnologias de acesso por eles utilizadas de acordo com o W3C.



Figura 3: Mapa conceitual das características dos usuários com deficiência visual – com baixa visão.

2.2 Conceito – deficiências auditivas

As pesquisas apontaram que no caso dos surdos ou das pessoas com deficiência auditiva, estes indivíduos necessitam de apresentação visual complementar para as informações. Eles têm dificuldade de acesso a audio-clips, ou avisos sonoros. Nos cursos presenciais necessitam de intérpretes de língua de sinais. (Macedo, 2010). As alternativas textuais, como uso de legendas em vídeos e transcrições de apresentação em áudio tornam o conteúdo mais acessível. (Nielsen, 2000)

Os usuários surdos se classificam principalmente em surdez moderada ou surdez total e apresentam as mesmas dificuldades que os indivíduos que trabalham em ambientes muito barulhentos ou excessivamente silenciosos, ou não possuem acesso ao áudio. As características desses usuários foram organizadas no mapa conceitual apresentadas na figura 4.

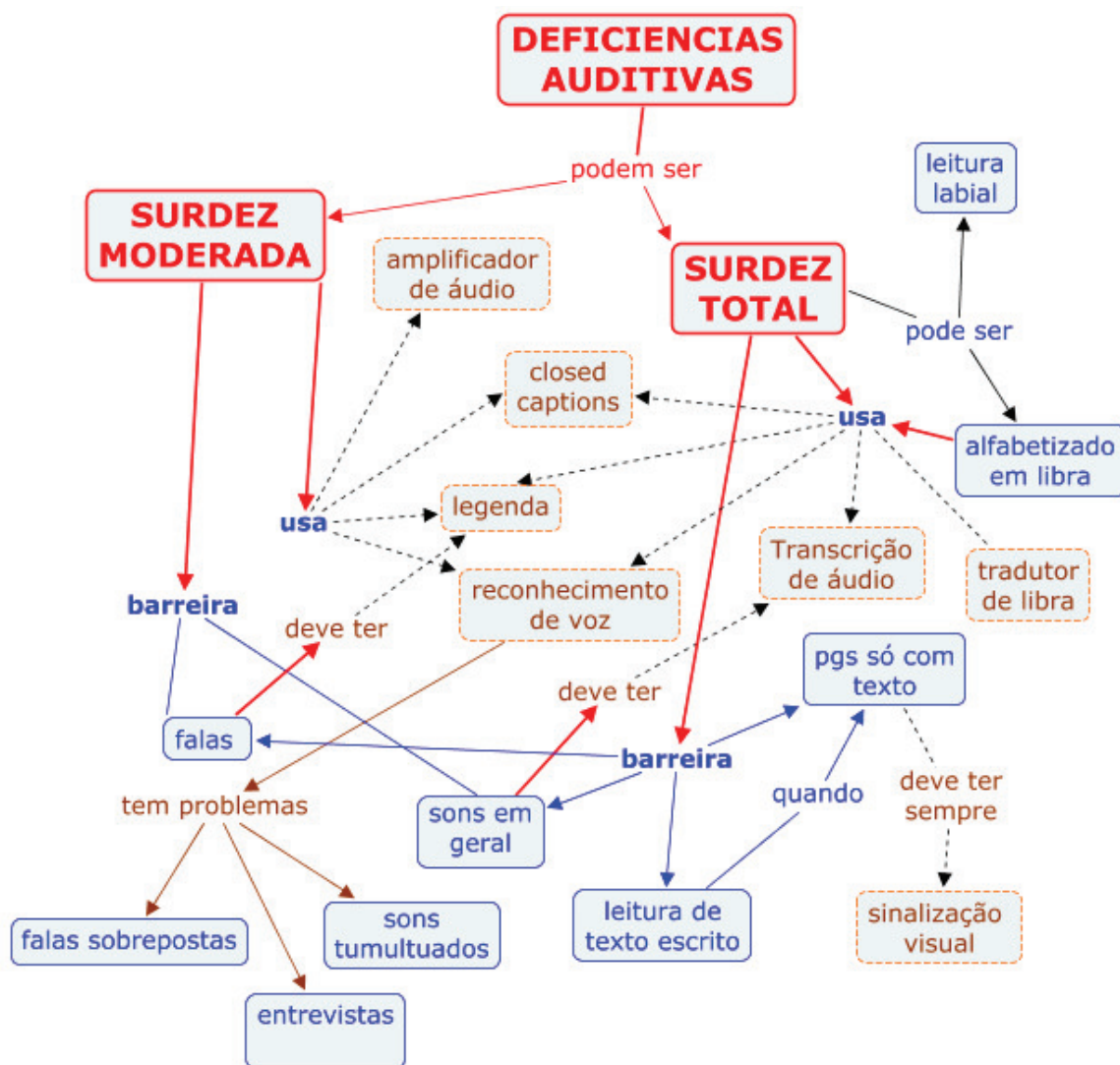


Figura 4: Mapa conceitual das características dos usuários com deficiência visual – com baixa visão.

3 Criação das diretrizes de acessibilidade em objetos de aprendizagem

As diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis propostas, resultaram da convergência dos princípios de Design Universal para conteúdo disponibilizado na Web, com as Recomendações de acessibilidade para criação de conteúdo on-line do W3C-WCAG 2.0 e do W3C-WCG 1.0, e do IMS – ACCGuide. As diretrizes criadas apresentam recomendações para tornar os elementos de mídia acessíveis por meio da disponibilização de mídias alternativas já que o ponto principal das recomendações pesquisada diz respeito à disponibilização de mídias alternativas ou equivalentes.

A análise dos mapas conceituais sobre as características dos indivíduos com as deficiências reconhecidas, permitiu que o domínio fosse sintetizado no mapa de conhecimento da figura 5 que apresenta as relações existentes entre as mídias utilizadas e as suas alternativas requeridas para garantir a acessibilidade a todas as pessoas, segundo as recomendações pesquisadas.

Neste mapa é possível visualizar por exemplo, que uma fotografia inserida em um objeto de aprendizagem, deve possuir um texto alternativo que descreva o propósito de esta imagem estar inserida, que será lido por leitor de tela e displays Braille. Se for insuficiente para a compreensão do conteúdo, esta imagem deverá possuir uma descrição completa textual, que pode ser inserida no texto aparente da página ou ser perceptível apenas por leitor de tela, ou pode ser também uma áudio-descrição traduzida em libras.

Um filme, por exemplo, que além do vídeo apresenta falas e/ou outros sons agregados, terá um texto alternativo que descreve a função, ou objetivo de o vídeo estar inserido no objeto de aprendizagem. Pode apresentar uma descrição estendida completa das cenas, descrita em áudio, e também textual. Pode apresentar legendas dos diálogos somente ou além das falas descrever os outros sons importantes para a compreensão do vídeo. Pode ainda apresentar uma transcrição textual do diálogo, narração e sons complementares para compreensão.

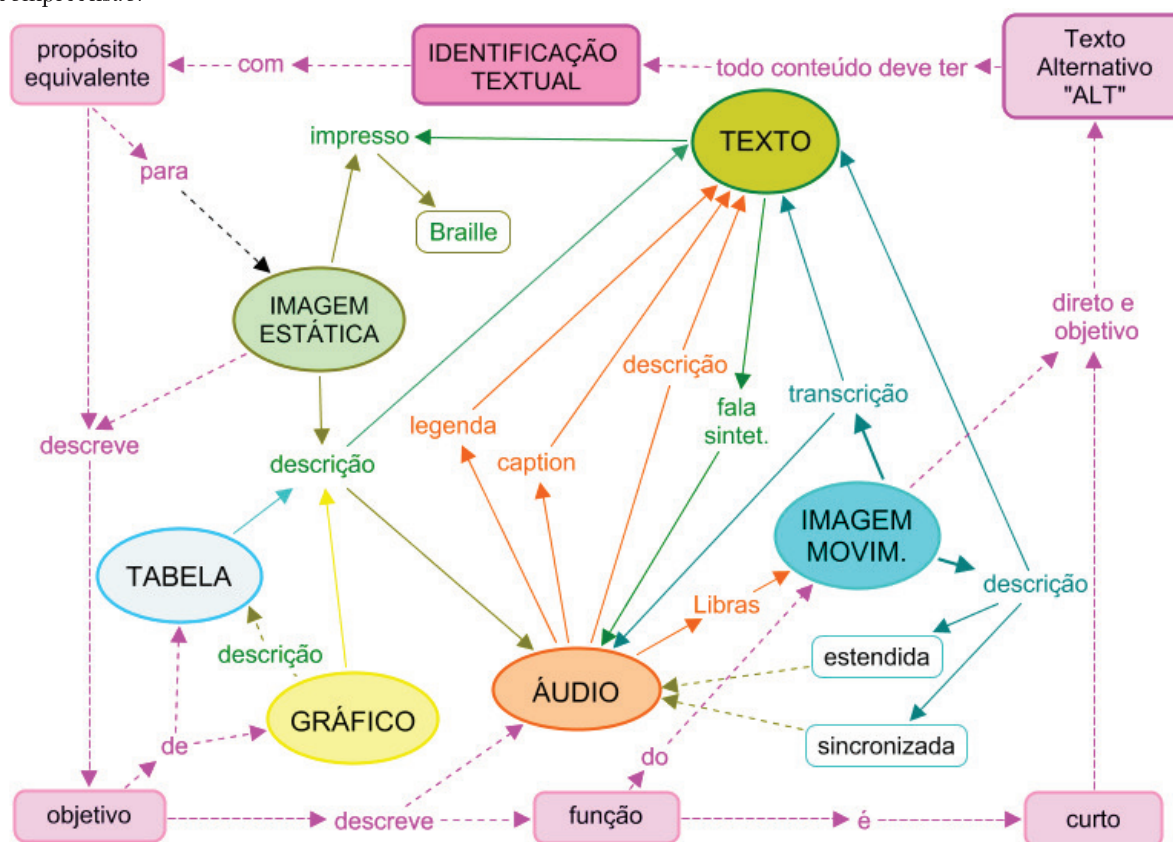


Figura 5: Mapa conceitual recomendações gerais de acessibilidade relativas às mídias.

4 Conclusões

Na literatura pesquisada encontramos grande quantidade de recomendações existentes que incidem sobre a implementação e distribuição de conteúdo da Web de forma acessível; no entanto, eles não oferecem suporte direcionado aos professores autores de conteúdo, se concentram mais nos aspectos técnicos construtivos e nas melhores práticas recomendadas para web- designers e implementadores. Para minimizar este problema, foi proposto este trabalho que traduz essas recomendações em orientações capazes de auxiliar os professores a desenvolver objetos de Aprendizagem acessíveis.

Observou-se que os mapas conceituais foram ferramentas eficientes, para a representação fácil e direta de todos os conceitos envolvidos no desenvolvimento de objetos de aprendizagem. A criação de mapas diferentes para descrever as características de públicos específicos, como o visual e deficiência auditiva, além das tecnologias assistivas utilizadas por esse público possibilitou o desenvolvimento de um mapa conceitual das relações entre mídia e alternativas equivalentes utilizados em objetos de aprendizagem.

Os mapas conceituais também foram utilizados para descrever a convergência das teorias educacionais para as teorias de design instrucional que fundamentaram a construção de um guia para a construção de objetos desenvolvidos para testes de diretrizes de aprendizagem. Neste trabalho, pode-se observar a importância dos mapas conceituais como ferramentas de suporte para representação do conhecimento sobre um tema.

Referências

- Baumann, Z. (2007), (a). *Amor Líquido*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Campos, M. L. A. (2006). Integração de ontologias: o domínio da bioinformática e a problemática da compatibilização terminológica. In: *Anais do VII ENANCIB – Encontro Nacional de pesquisa em Ciência da Informação*, Marília, 19 e 22 de nov. de 2006.
- Chisholm, W.; May, M. (2009) *Universal Design for Web Applications*. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 179 p.
- Ims Acc IMS GLC. (2002). *IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications V.1 White Paper*. IMS Global Learning Consortium Inc., In: <<http://www.imsglobal.org/accessibility/>>. Access: 02 oct. 2010.
- Macedo, C. M. S. (2010). Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.
- Moore, M. G.; Kearsley, G. (2007) *Educação a Distância - Uma Visão Integrada*. Tradução de Roberto Galman. 1. ed. São Paulo: Thomson Learning, v. 1, 398 p.
- Nielsen, J. (2000). *Projetando Web sites - Tradução de Ana Gibson* – Rio de Janeiro: Elsevier.
- Okada, S., Okada, A., Santos, E. (2005). Trilha web-map-mapeando informação e construindo conhecimentos. In: <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/142tcc5.pdf>, access: apr. 2012.
- Valente, C.; Mattar, J. (2007). *Second Life e Web 2.0 na Educação – O potencial revolucionário das novas tecnologias*. São Paulo. Editora Novatec.
- W3C - WCAG 1.0. (1999). Diretivas para acessibilidade do conteúdo da Web 1.0 - Recomendação do W3C. In: <<http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT>>. Access em: 23 jul. 2007.
- W3C WCAG 2.0. (2008). *Web Content Accessibility Guidelines W3C WAI*. In: <<http://www.w3.org/TR/WCAG20/>>. Access: 12 oct. 2010.

USO DE MAPAS CONCEPTUALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

*Diana Elizabeth García Salgado & Araceli Guadalupe Díaz Valdés, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
Email: ara.diazv11@gmail.com*

Resumen: Este documento presenta la experiencia y reflexión de promover el uso del mapa conceptual en estudiantes que están a punto de ingresar al ámbito universitario. Se trató de un curso propedéutico realizado en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en México impartido a aspirantes interesados en cursar alguna de las Licenciaturas en Educación. Para ello se preparó un módulo sobre organizadores visuales y representación del conocimiento, en el cual se enseñaron diversas técnicas de organizar y representar el conocimiento, entre estas, la técnica del mapa conceptual mostrada como una herramienta de aprendizaje y de estudio que favorece la organización y representación del conocimiento en un nivel universitario.

Palabras claves: Estudiantes Universitarios, mapas conceptuales, organizadores visuales, representación del conocimiento.

1 Introducción

La finalidad de este trabajo es presentar la experiencia y reflexión sobre la construcción de mapas conceptuales de estudiantes en un módulo llamado “Organizadores visuales y representación del conocimiento”. Dicho módulo formó parte de una estructura de diversos contenidos educativos que tienen lugar en un curso inductivo o propedéutico que fue efectuado en 2013, para poder acceder a estudiar una de las Licenciaturas en Ciencias de la Educación en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en México. El propósito general del módulo se basó en conocer y diferenciar el mapa conceptual de otras técnicas de representación visual y conceptual con la finalidad de que el estudiante pre-universitario aprenda a elaborar mapas conceptuales con un nivel básico como medio de aproximación a la herramienta del mapa conceptual a partir de la técnica tradicional del mapeo de conceptos en papel y mediante el uso de CmapTools en forma básica, ajustado al tiempo de duración.

¿Por qué enseñar mapas conceptuales en un curso propedéutico de la Universidad? Su importancia recae en que a nivel universitario el estudiante debe contar con diversas capacidades y habilidades de expresión oral y escrita, cómo: la lectura, el análisis, conceptualización, comprensión, capacidad de crítica, autocrítica, organización y reflexión de información, trabajo colaborativo, entre otras. No obstante al querer ingresar a la universidad encontramos estudiantes con diversas carencias en estos aspectos. A partir de nuestra experiencia de utilizar los mapas conceptuales en nuestra formación profesional y docente consideramos necesario impartir un módulo que dotara al estudiante pre-universitario de estrategias que le permitiesen organizar, analizar y representar la información. Entre estas estrategias se encuentra el uso correcto del mapa conceptual, que se estructura a partir de conceptos y proposiciones (Novak: 1988) y que se convierte en un organizador visual útil en la descripción de información.

En la mayoría de los casos encontramos en los estudiantes pre-universitarios el apego y el uso a estrategias de organización del conocimiento desde formas de asociación y memorización. Cuando se les enseñó la técnica del mapa conceptual como una estrategia de aprendizaje universitario que puede favorecer el pensamiento y la reflexión, el estudio de un tema o teoría, la esquematización y representación del conocimiento (Aguilar Tamayo: 2006), surgieron comentarios de los estudiantes refiriendo que la realización de mapas conceptuales implicaba procesos muy complejos y contradictorios a las formas que ellos empleaban para aprender en el bachillerato y preparatoria, no obstante realizaron todos los ejercicios y elaboraron una pequeña carpeta con todos sus mapas conceptuales.

2 Metodología

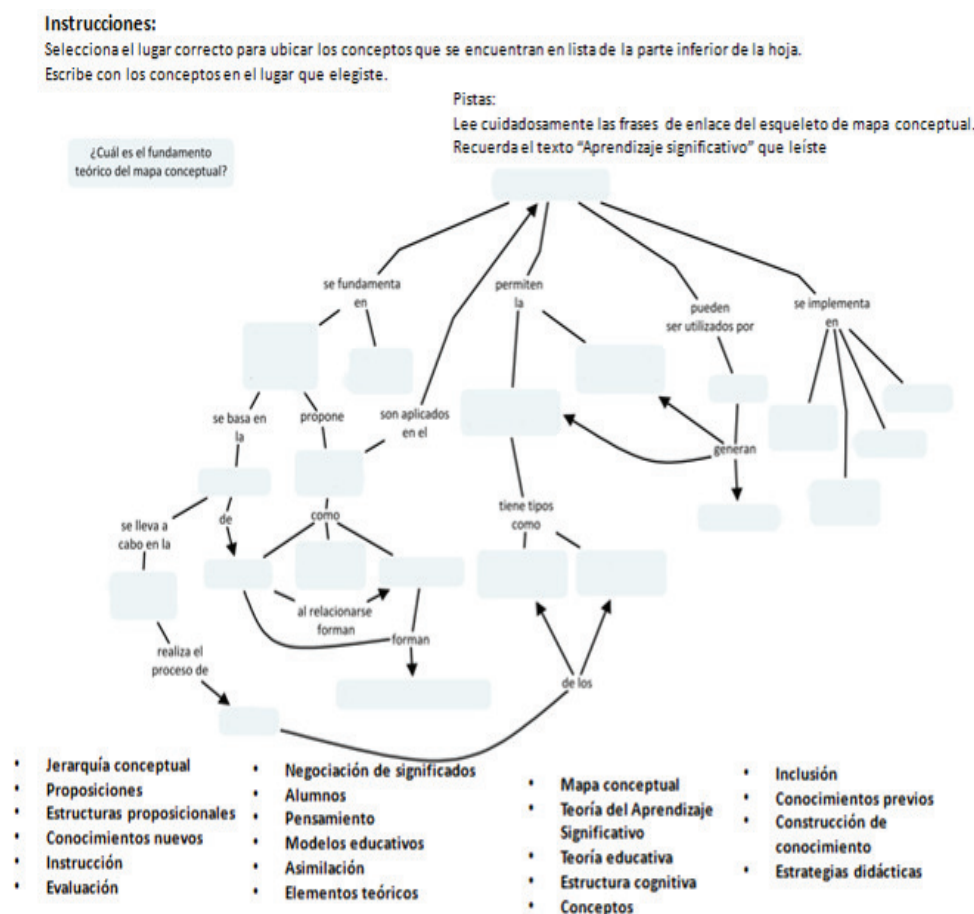
2.1 Participantes y procedimiento

Los participantes fueron 150 estudiantes que se encontraban estudiando un curso inductivo para entrar a estudiar en la universidad. Los estudiantes estuvieron organizados en seis grupos, (Grupo K, M, N, Q, S, U). El módulo de organizadores visuales y representación del conocimiento fue impartido en una semana (5 sesiones/2 horas diarias). En la primera sesión del módulo se realizó una presentación general de lo que trataba el curso, también se les pidió a los estudiantes la elaboración de un mapa conceptual de acuerdo a la concepción personal de cada

uno sobre cualquier tema que a ellos se les facilitara. Este ejercicio fue importante ya que nos proporcionaba el conocimiento previo que tenían sobre los mapas conceptuales. También se les enseñó lo que era un organizador visual-conceptual y algunos como cuadros sinópticos, diagramas, mapa semántico, línea del tiempo, mapa cognitivo de aspectos comunes, mapa cognitivo de ciclos, mapa mental y mapa conceptual. Esto con el fin de que el estudiante conociera y distinguiera del mapa conceptual diferentes organizadores para representar visualmente la información.

En la segunda sesión del módulo se impartió el tema específicamente del mapa conceptual: qué es, sus elementos, características, fundamentos teóricos y pasos para su elaboración. En esta sesión se trabajó con la selección de conceptos, proposiciones y formulación de preguntas de enfoque sobre la lectura del “Significado del significado” capítulo del libro conocimiento y aprendizaje (Novak: 1998), para lo que fue primordial que cada uno planteara una pregunta de interés en torno a la lectura que le sirviera como guía para iniciar su mapa conceptual, además se les pidió realizar una lista de los conceptos relacionados a esa pregunta de enfoque y la realización de proposiciones coherentes, lógicas y correctas. En la tercera sesión el profesor elaboró un mapa conceptual de la misma lectura de manera grupal ejemplificando la forma de elaborar el mapeo conceptual, posteriormente cada estudiante con la lista de conceptos, proposiciones y pregunta de enfoque creó su mapa individual. Al final de la sesión se efectuó una coevaluación de los mapas conceptuales con una lista de cotejo.

La cuarta sesión se dedicó a explicar una presentación digital sobre el programa CmapTools de forma tal que los estudiantes conocieran sus elementos básicos y la forma de elaborar mapas conceptuales para que, de forma individual pudieran explorar la herramienta posteriormente. Esta sesión también se aprovechó para leer el texto “Aprendizaje significativo” (Novak: 1998) lectura que sirvió para hacer el ejercicio de hacer dos mapas conceptuales parecidos al mapa conceptual esqueleto de experto. Se realizaron dos versiones de mapas conceptuales en torno a esta lectura con preguntas de enfoque distintas y con un listado de conceptos para que por grupos los estudiantes pudiesen armar el mapa conceptual de la forma que creía conveniente. Estos mapas se nombraron Mapa Goma Esqueleto. (Véase figura 1).



Instrucciones:

Selecciona el lugar correcto para ubicar los conceptos que se encuentran en lista de la parte inferior de la hoja.
Escribe con los conceptos en el lugar que elegiste.

Pistas:

Lee cuidadosamente las frases de enlace del esqueleto de mapa conceptual.
Recuerda el texto "Aprendizaje significativo" que leíste

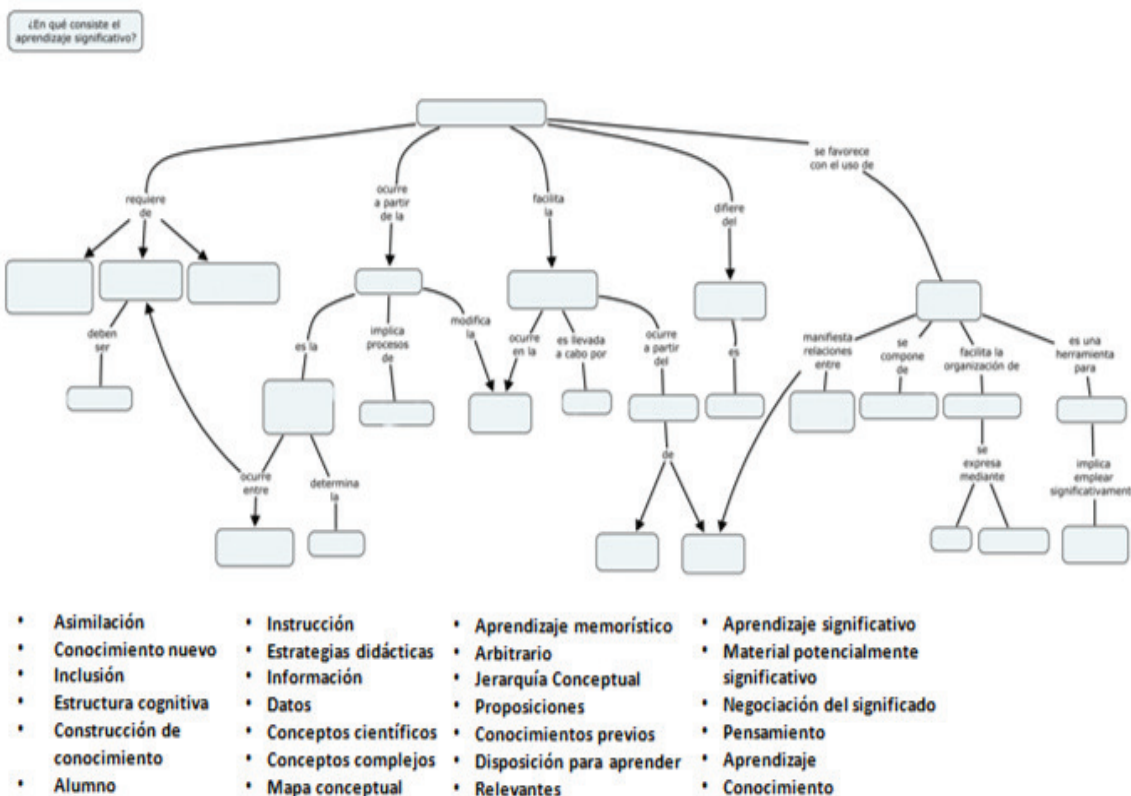


Figura 1. Ejercicios que hicieron los estudiantes pre-universitarios en torno a una lectura de aprendizaje significativo. El estudiante tuvo una lista de conceptos y la oportunidad de completar el mapa conceptual de la forma que creía conveniente. De esta manera surgieron diversas combinaciones de conceptos y proposiciones.

Finalmente en la quinta sesión del módulo hubo revisión de los mapas elaborados por cada equipo de estudiantes, se platicó sobre conceptos específicos, se aclararon dudas y errores de algunos de ellos. Se dio un repaso general teórico de lo aprendido sobre el mapa conceptual en las sesiones pasadas y se les devolvió la primera versión del mapa conceptual que elaboraron en la sesión uno, esto les permitió darse cuenta que al principio del curso desconocían la técnica del mapa conceptual, o tenía otra concepción de este, en repetidas ocasiones reconocieron que después de haber estudiado el sustento teórico y estructura del mapa conceptual, su primera versión era considerada como otro tipo de esquema y no exactamente un mapa conceptual. Teniendo la primera versión del mapa se les pidió que hicieran una segunda versión con el fin de corregir y mejorar esta. Se pidió el uso de CmapTools para la versión final de su mapa conceptual.

3 Uso del mapa conceptual en el ámbito universitario

El uso educativo del mapa conceptual puede darse desde la educación preescolar hasta el posgrado universitario (Aguilar Tamayo: 2012) y sus usos pueden ser diversos. Consideramos importante y oportuno enseñar la elaboración de mapas conceptuales en el ámbito universitario por los beneficios efectivos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo el mapa conceptual sirve como esquema para desarrollar los temas vistos en clase. Sirve como esquema de un tema que permite distinguir los niveles conceptuales del estudiante, conocer los conceptos previos que tiene sobre el tema y los conceptos principales o más significativos. Otro uso del mapa conceptual es como una estrategia de aprendizaje que ayuda al estudiante a obtener un aprendizaje significativo el cual se logra mediante la relación de la información o conocimiento nuevo con la información previa que se posee. La elaboración de mapas conceptuales permite la organización, representación y descripción de conceptos, temas, teorías guiando al estudiante no sólo a representar conocimiento sino a obtener un pensamiento crítico y reflexionar sobre sus procesos de aprendizaje. Otros usos importantes del mapa

conceptual en la educación universitaria es que puede ser una técnica de estudio sobre las temáticas vistas en clase e incluso hacer una recopilación de distintas versiones del mapa conceptual facilita estar consciente de la construcción y reconstrucción del conocimiento. Además los mapas conceptuales también pueden usarse como una herramienta para la negociación de significados en clase, logrando involucrar la participación y discusión del docente y los estudiantes.

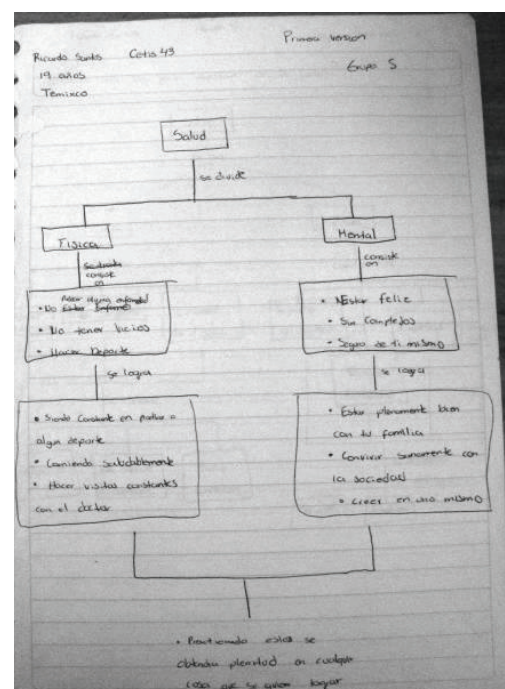
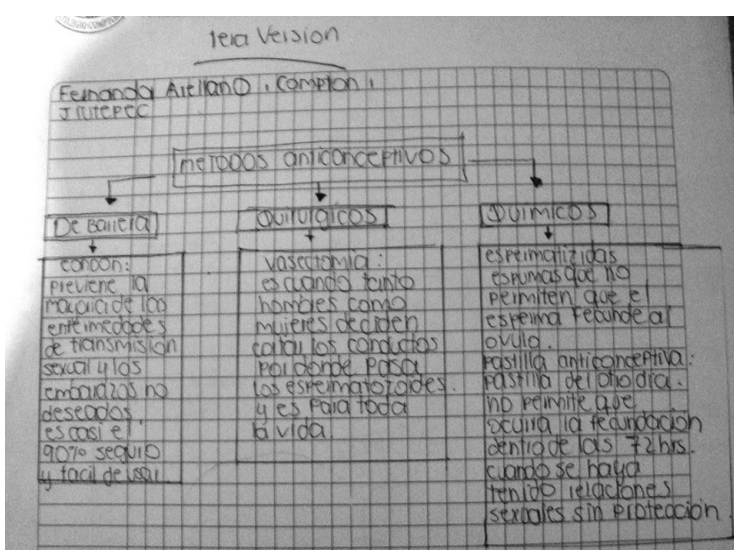
Desde nuestra experiencia académica también podemos decir que el uso de mapas conceptuales y modelos de conocimiento favorecen la investigación y la elaboración de tesis de licenciatura y posgrado.

4 Resultado

En una evaluación realizada por los docentes que impartieron el curso sobre la utilidad del mismo así como los alcances que tenía y los aspectos a mejorar se plantearon dos cuestionamientos: ¿Qué encontramos en esos mapas? ¿De qué sirvieron? Encontramos que el proceso de reflexión que el estudiante tiene al comparar la versión 1 y 2 de su mapa dio lo siguiente: Entre la versión 1 y 2 sí existieron cambios significativos ya que se pudieron observar conceptos más concretos y que elaborar preguntas de enfoque fue primordial en los estudiantes para iniciar la elaboración de un mapa. En la segunda versión muchas de las proposiciones lineales fueron descartadas de forma que al organizar el conocimiento a partir de los mapas conceptuales guió a los estudiantes a reflexionar y analizar los conceptos y proposiciones para la realización del segunda versión, pues la metodología para hacer un mapa conceptual sugiere: el planteamiento de preguntas de enfoque, lista de conceptos y proposiciones, ya estaba siendo utilizada a conciencia, por cada uno de ellos. (Figura 2)

En la versión 1 del mapa parecen presentar dificultades para diferenciar un concepto de una oración y creen que la organización del texto en forma de mapa conceptual es la manera correcta de elaborarlos. Sin embargo en la versión 2 se aprecia una enorme mejora en cuanto a identificar conceptos en el texto. Se puede apreciar que la versión 2 presenta un mayor esfuerzo por lograr la comprensión del texto y haberlo trabajado y estudiado con mayor detenimiento, alejándose de las herramientas de repetición y memorización. Así mismo parecen estar más conscientes de que hacer un mapa conceptual requiere algo más que sólo acomodar el texto de forma estética para lograr un impacto visual.

Enseñar la teoría del mapa conceptual y diversos organizadores visuales posibilita al estudiante conocer y diferenciar las diversas formas de organizar y representar información. Un aspecto importante que se encontró es que al explicar la experiencia de usar mapas conceptuales por parte del docente, es decir mostrar las diversas formas que este lo utilizó en trabajos académicos motiva y genera interés en los estudiantes para aprender esta técnica y poder aplicarlos en su vida académica.



campo de conocimiento inmediato para el alumno) y el dominio del mismo, así el mapa goma no se construye en base a una estructura esquemática, sino se formará con elementos que el alumno identifica. A simple vista podría parecer una estrategia que deba usarse con alumnos de un nivel medio, sin embargo adecuando las características de cada alumno y tomando en cuenta el contexto y el conocimiento previo que tenga el grupo sobre organizadores visuales, las características son adecuadas para un curso de inducción.

Hacer una coevaluación del mapa conceptual es una forma de que el estudiante reconozca las características del mapa que puede estar omitiendo, sin embargo consideramos que al no dominar por completo la herramienta es muy apresurado que pueda evaluar sus mapas y los de sus compañeros, dado que la mayoría de ellos provienen de contextos escolares donde han tenido una escasa o nula formación sobre los organizadores visuales del conocimiento. Es complejo que en un módulo de corta duración el estudiante puede hacer proposiciones correctas, se necesita de mucho acompañamiento, práctica, tiempo y ejercicios de lectura y relectura: el ejercicio resultó productivo para reconocer la manera en que los estudiantes construyen el conocimiento a partir de un tema reflexionado, no obstante el trabajo en la construcción de proposiciones debe ser constante para que el estudiante pueda discernir proposiciones y conceptos, además de dar una estructura correcta a cada enunciado y que este sea construido a partir del aprendizaje del alumno y no una reproducción del material bibliográfico.

5 Reflexiones de los operadores del curso.

El trabajo realizado a lo largo del curso permitió a los facilitadores hacer un análisis sobre las características, cualidades, deficiencias y áreas de oportunidad del mismo:

1. Como expertos en trabajo directo con mapas conceptuales las técnicas planteadas a lo largo del curso deben reorientarse o replantearse para que el estudiante tenga un acercamiento significativo con el tema, pues se propone con la intención principal del módulo: que el estudiante haga uso del mapa conceptual a lo largo de toda su formación para la organización del conocimiento y el aprendizaje.
2. Los operadores del curso deberán hacer una evaluación continua significativa del curso y adecuar técnicas de enseñanza del mapa conceptual.

6 Conclusiones

Hacer un módulo de este tipo es innovador en nuestra institución académica ya que el uso de mapas conceptuales no es usual ni frecuente. Es importante señalar que la facultad donde se llevó a cabo este estudio haya aceptado un módulo donde se enseñe a organizar y representar el conocimiento a partir de mapas conceptuales. El módulo facilitó a los estudiantes el acercamiento y reconocimiento de diversos organizadores visuales, haciendo especial énfasis en el trabajo con el mapa conceptual utilizado durante el curso introductorio a la universidad con distintos estudiantes que provenían de contextos educativos diferentes y que muchos de ellos conocían de forma ambigua la técnica del mapa conceptual.

Las estrategias establecidas por los operadores del curso necesitan ser replanteadas ante las necesidades encontradas al enseñar el uso del mapa conceptual, para ello se sugiere el uso de material didáctico y recursos audiovisuales que le permitan a los estudiantes reconocer e identificar las cualidades del mapa conceptual mediante materiales que los alumnos conocen y han utilizado a lo largo de su formación académica, por ello el primer contacto del alumno con un mapa será similar al que tienen los alumnos de nivel básico, además las propuestas desarrolladas deben ser adecuadas tomando en cuenta el contexto del que proceden los estudiantes, ya que los grupos se conforman de aspirantes a diversas carreras de educación, por ejemplo: desarrollar el mapa a partir de contenidos visuales o presentar ejemplos de modelos de conocimiento contruidos para diversas áreas; así como el dominio de conocimiento de los temas, considerando los tiempos de enseñanza que se destinarán al conocimiento de la técnica y a la selección de temas para abordar con el mapa conceptual. El desarrollo de este módulo permitió que los operadores del curso (la mayoría de ellos expertos en el trabajo con el mapa conceptual) reflexionaran, redescubrieran y reorganizarán los elementos planteados en la metodología del desarrollo del mapa conceptual.

7 Agradecimientos

Agradecemos al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos que permitió que se llevase a cabo el módulo de organizadores visuales y representación de conocimiento. Agradecemos a Fundación Don Bosco para el Desarrollo del Estudiante Morelense A.C. su apoyo para la publicación de este artículo.

Referencias

- Aguilar Tamayo, M. F. (2006) *El mapa conceptual una herramienta para aprender y enseñar. Plasticidad y Restauración Neurológica*, vol. 5, núm. 1, pp.62-72.
- Aguilar Tamayo M. F. (2012). *Didáctica del mapa conceptual en la educación superior. Experiencias y aplicaciones para ayudar al aprendizaje de conceptos*. México: Juan Pablos Editor.
- Novak, J. D. G., D. Bob. (1988). *Aprendiendo a aprender*. España, Martínez Roca.
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Madrid, Alianza.

USO DE MAPAS CONCEPTUALES PARA LA COMPRESION DE CONCEPTOS MATEMATICOS

*Ana María Olachea, Universidad Nacional de Luján, Argentina
Email: anamaolachea@gmail.com*

Resumen. El trabajo trata la experiencia de un grupo de alumnos universitarios de la Universidad Nacional de Luján, que se inician en el mapeo conceptual para favorecer la comprensión de conceptos matemáticos referidos al Cálculo. Se aborda desde la perspectiva de las estrategias. Tal como sostiene el creador de los mapas conceptuales, Joseph Novak, el objetivo de los mapas conceptuales es básico en un curso destinado a ayudar a que los alumnos aprendan a aprender, y en este sentido, el docente debe facilitar estrategias para que capten el significado de los contenidos a aprender. La experiencia fue realizada en el año 2011 y dio lugar para el uso de mapas conceptuales en cursos posteriores de la asignatura Matemática II.

Palabras claves: mapas conceptuales, mapeo conceptual, conceptos matemáticos.

1 Introducción

El proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática universitaria observa frecuentemente la dificultad que tienen los alumnos en construir su conocimiento matemático. Por lo general, los alumnos manifiestan su aversión hacia la matemática argumentando que tienen mala base y que sus contenidos resultan difíciles de comprender. Así es como los alumnos toman los conceptos matemáticos como elementos aislados, sin relacionarlos, los estudian de memoria y resuelven situaciones problemáticas asociadas mediante la mecanización y repetición de procedimientos. La cuestión suele presentarse como un problema de contenidos, y por el contrario, se trata de un problema de aprendizaje. Nuestra tarea docente está en proponer estrategias de aprendizaje que favorezcan la comprensión mediante el desarrollo de un proceso que enseñe a aprender a aprender.

Este trabajo trata sobre la primera experiencia en el uso de mapas conceptuales para favorecer la comprensión de conceptos matemáticos en un curso de Matemática II de las carreras Licenciatura en Administración y Contador Público de la Universidad Nacional de Luján. Surge de observar que habitualmente los alumnos muestran habilidades para los conocimientos procedimentales, tanto algorítmicos como heurísticos, pero no logran comprender los conceptos matemáticos. A modo de ejemplo, se puede contar que los alumnos calculan la derivada de una función (procedimiento algorítmico), aplican el concepto de derivada para la resolución de diversos problemas (procedimiento heurístico) pero no saben explicar que es la “derivada de una función en un punto” (conocimiento conceptual).

La situación planteada dio lugar a buscar una estrategia de aprendizaje, la estrategia elegida resultó ser: el mapeo conceptual. La mejora del rendimiento de los alumnos se vería reflejada cuando los alumnos adquirieran habilidad en la confección de mapas conceptuales que potencien la relación entre conceptos y proposiciones mediante el uso de distintos lenguajes (verbal, simbólico y gráfico).

El mapeo conceptual, se utiliza generalmente en disciplinas de las ciencias sociales, por esta razón su utilización en una asignatura de las ciencias formales, como es la matemática, podía resultar innovadora.

2 Objetivos

Objetivo general:

- Aportar evidencia a favor del uso de mapas conceptuales para favorecer la comprensión de conceptos matemáticos.

Objetivos específicos:

- Medir el rendimiento de los alumnos que utilizan mapas conceptuales comparando la realización de una actividad teórica conceptual con alumnos que utilizan y no utilizan el mapeo conceptual.
- Ser punto de inicio para futuras investigaciones.

3 Desarrollo

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Los conceptos matemáticos y su comprensión.

Los conceptos matemáticos se refieren a objetos ideales, que existen en la mente y son obtenidos por abstracción. Estos son formalizados, simbolizados, se apoyan intuitivamente mediante gráficos y pueden darse a conocer en forma verbal, y en este sentido, se los entiende como un conocimiento declarativo o conceptual, o sea, aquel “*que puede comunicarse o declararse a través del lenguaje verbal*” (Monereo et al., 2009, p. 25). La construcción de conocimiento matemático no es lineal, los conceptos no son un fin en sí mismos, sino que son un medio para acceder a otras formas de conocimiento sea conceptual, procedimental o más significativo.

Miguel de Guzmán (1993) dice que el proceso de enseñanza aprendizaje en la matemática debe estar en contacto con la realidad matematizable que da lugar a conceptos matemáticos que se deben explorar con los alumnos. El autor afirma que esta idea, concebida como resolución de problemas, para ser eficaz necesita de estrategias que ayuden a los alumnos en dicho proceso con el fin de lograr un aprendizaje significativo. Es decir, se aspira a que los alumnos construyan significado.

En el Aprendizaje Significativo de David Ausubel los conceptos constituyen un aspecto fundamental, pues concibe que la comprensión de nuevos conocimientos y la resolución, no mecánica, de problemas dependen de la disponibilidad de conceptos específicos relevantes y preexistentes en la estructura cognitiva y afirma “*Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese en consecuencia*” (en Novak, 1988, p:60).

Esta teoría permite pensar que si la resolución de problemas se analiza delimitada a situaciones de aprendizaje estructuradas y vinculadas con el cálculo, campo de estudio de la asignatura, los alumnos deben disponer de los elementos para comprender la situación que el problema describe. Esto supone, que el alumno haya tenido acceso o haya construido el concepto matemático que le permita utilizar el conocimiento procedimental pertinente. Los conceptos matemáticos son requeridos como antecedente mínimo necesario para poder comprender información, establecer relaciones y utilizar procedimientos que resuelvan los problemas que se plantean.

A fin de fijar la importancia de la comprensión de conceptos, Moreira (2010, p. 9) se pregunta ¿por qué conceptos? y se responde: “*Porque sin conceptos no hay comprensión, no hay desarrollo cognitivo*”.

El aprendizaje significativo es un aprendizaje comprensivo. La comprensión depende del desarrollo y empleo de los conceptos, y también de la capacidad de tejer una red de interconexiones. Coll asegura que “*el aprendizaje significativo de cualquier información implica necesariamente su memorización comprensiva, su ubicación o almacenamiento en una red más o menos amplia de significados*” (en Ontoria et. al., 2004, p.24).

La Asimilación es el punto central en la construcción de significado, y para ello Ausubel introdujo el término “subsunsor” o “idea ancla” para llamar a los conceptos específicamente relevantes existentes en la estructura cognitiva. El subsunsor permite darle significado al nuevo conocimiento y el nivel de abstracción, generalidad e inclusión del subsunsor da lugar a distintas modalidades de aprendizaje: subordinado, superordenado o combinatorio.

El aprendizaje subordinado se produce cuando los nuevos conceptos se relacionan subordinadamente con el subsunsor, por ejemplo, para que el alumno comprenda el concepto de “sucesión” lo deberá relacionar subordinadamente al concepto de “función” (subsunsor o idea ancla). Este proceso se lo conoce con el nombre de *diferenciación progresiva* (desglosa progresivamente los conceptos en subconceptos). En cambio, el aprendizaje superordenado se origina cuando los subsunsos anclados en la estructura cognitiva son de menor grado de abstracción, generalidad e inclusividad que el concepto nuevo a aprender, y es así, como los conceptos de función, continuidad, límite, incremento de variables pueden considerarse subsunsos para el concepto de “derivada de una función en un punto”. Con el nuevo concepto, los conceptos previos (subsunsos) se reorganizan y adquieren nuevos significados, es un proceso de abajo hacia arriba, se va produciendo una *reconciliación integradora* entre las propiedades de varios conceptos. Novak (1988) afirma que las relaciones subordinadas o superordenadas entre conceptos pueden cambiar en diferentes segmentos del aprendizaje.

Moreira (2012) bien describe que el alumno en el proceso de asimilación, al mismo tiempo que está progresivamente diferenciando su estructura cognitiva, está también haciendo reconciliación integradora para poder identificar semejanzas y diferencias, como así también reorganizar su conocimiento.

El conocimiento previo es para Ausubel, como ya se ha expresado, es el factor más influyente en el aprendizaje significativo, pero además considera que la potencialidad del material y la actitud favorable de los alumnos para aprender son condiciones necesarias aunque no suficientes. El lenguaje es otra condición importante, pues el aprendizaje significativo depende de la captación y negociación de significados a través del intercambio entre los docentes, los alumnos y el material elegido. Se requiere de diálogo y comunicación, lo cual depende esencialmente del lenguaje. Las actividades colaborativas son eficaces para viabilizar el intercambio, negociar significados y poner al docente en el lugar de mediador. Moreira asegura “*Esto es posible si entendemos la enseñanza aprendizaje como procesos que se realizan por medio de actividades colaborativas en las que cada uno de sus protagonistas tiene responsabilidades delimitadas y compartidas.*” (Moreira, 2010, p. 17).

3.1.2. La estrategia elegida: El mapeo conceptual.

Utilizar estrategias para comprender los conceptos supone algo más que el conocimiento y la utilización de técnicas o procedimientos en la resolución de una tarea determinada. Las estrategias, a diferencia de las técnicas, son conscientes e intencionales, dirigidas a un objetivo relacionado con el aprendizaje, se pueden definir: “*las estrategias de aprendizajes como procesos de toma de decisiones, conscientes e intencionales, en los cuales el alumno 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 et al., 2009, p. 27).

Dice Beltrán “el aprender a aprender no se refiere al aprendizaje del contenido, sino al aprendizaje de habilidades con las cuales aprender contenidos.” (en Monereo et al., 2009, p. 51)

La utilización de los mapas conceptuales constituye una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo y de la conceptualización. Novak y Gowin (en Moreira, 2010, p. 17) afirman que “el gran argumento para usar mapas conceptuales en la enseñanza de cualquier campo de conocimiento es que, por propia naturaleza, como mapas de conceptos, enfocan el aprendizaje de conceptos y éstos están en la base de la construcción y de la comprensión de ese campo”.

Para definir los mapas conceptuales Novak (1988, pág. 33) dice que “Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones”. Las componentes o elementos de un mapa conceptual son: conceptos, palabras de enlace y proposiciones. Seguidamente, se presenta, a modo de ejemplo, un mínimo mapa conceptual que exhibe una propiedad del cálculo diferencial mediante una proposición que relaciona condicionalmente los conceptos de derivabilidad y continuidad en un punto x_0 :

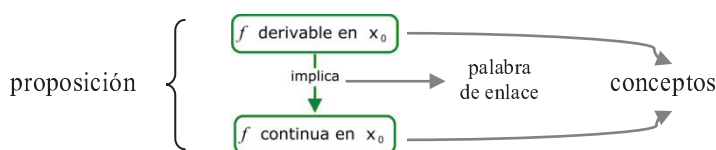


Figura 1: Ejemplo mínimo de mapa conceptual.

Los mapas conceptuales se caracterizan por disponer un orden de importancia o inclusividad, resumir lo más relevante o significativo de un concepto o tema, y representar gráficamente la exposición de una estructura mental de conceptos y proposiciones. En cuanto a su impacto visual, Novak (1988, p. 106) escribe “*Un buen mapa conceptual es conciso y muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso, aprovechando la notable capacidad humana para la representación visual*”.

Para finalizar, este marco teórico, se remarca que los mapas conceptuales son la idea práctica de la Teoría del Aprendizaje de Ausubel, porque se trabajan los cuatro aspectos básicos: conexión con las ideas previas, estructura jerárquica o inclusión, diferenciación progresiva y reconciliación integradora.

3.2. Aspectos y estrategias metodológicas

Este trabajo se expone bajo un método descriptivo, analizando cómo es y cómo se manifiesta el uso de los mapas conceptuales para la comprensión de los conceptos matemáticos. El fenómeno estudiado se basó en: 1°)

la observación del desarrollo de actividades propuestas en clase que iniciaron a los alumnos en el mapeo conceptual, 2º) la medición de los resultados de una misma pregunta de examen, de carácter conceptual, efectuada en los años 2009 y 2011, comparando el rendimiento de las respuestas dadas por alumnos que desarrollaron mapeo conceptual (2011) y los que no (2009), y 3º) los datos recogidos por dos encuestas efectuadas a través del Campus virtual a los alumnos cursantes en el año 2011.

El método también tuvo algo de exploratorio dado que el mapeo conceptual referido a contenidos matemáticos no es muy frecuente como lo es con otras disciplinas.

La experiencia se implementó con los alumnos de la Comisión N° 40 en la Asignatura Matemática II de la carrera Licenciatura en Administración y Contador Público de la UNLu., cursantes en el Centro Regional San Miguel de la Provincia de Buenos Aires en el año 2011. La muestra cuenta con 72 alumnos y las tareas que fueron propuestas en la primera etapa de la cursada (hasta una semana después de la Primera Evaluación Parcial). Los alumnos cursaron la asignatura bajo el sistema presencial de dos clases semanales de tres horas de duración. Los contenidos de la asignatura están desarrollados en el texto base: *Cálculo, con aplicaciones a la Economía* de Alfredo Novelli y Eduardo Elli. También cabe comentar que la asignatura posee un espacio propio en el Campus Virtual de la UNLu..

3.3. Trabajo de campo

3.3.1. Actividades en el aula.

Las clases presenciales de Matemática II son de carácter teórico – práctico, se dividen en tres momentos: de inicio, desarrollo y cierre. Por lo general, en el inicio se introduce el tema a tratar y se hace hincapié en los conceptos que los alumnos deben recordar. En el desarrollo de la clase, los temas se tratan bajo un método expositivo participativo, con soporte visual (en caso de ser necesario) y trabajo en grupo para las actividades prácticas de aplicación. A partir del curso del año 2011, se fomentó el trabajo grupal y colaborativo para cuestiones de carácter conceptual, tal como relata este trabajo. Como cierre, se dispone de los últimos diez minutos de clase para integrar los conceptos tratados en la misma.

En la primera clase de la cursada se presentaron dos mapas conceptuales. El primero, titulado “Modelo económico – matemático” basado en la introducción del texto *Métodos fundamentales de la economía matemática* de Alpha Chiang, a fin de fundamentar la inclusión de la asignatura Matemática II en el plan de estudios de las carreras que los alumnos cursaban.

Luego, en la clase propiamente dicha, se expuso el segundo mapa: función de una variable real, en carácter de concepto previo al tema a tratar. Los alumnos recordaron su definición y varios conceptos como ser: conjunto de números reales, dominio, codominio, variables, sistema de ejes cartesianos, tipos de ecuaciones, etc.. El mismo mapa permitió explicar: qué es un mapa conceptual, cuáles son sus componentes y adelantar una idea de la estrategia que se iba a llevar adelante durante el curso. A continuación, se expone el mapa utilizado:

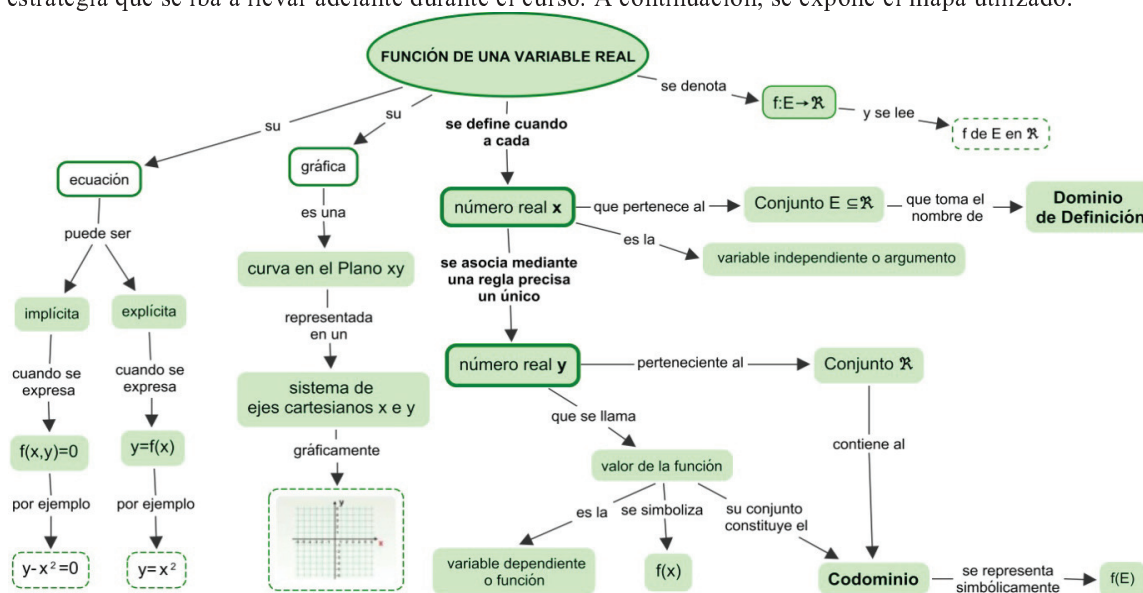


Figura 2: Mapa conceptual sobre función de una variable real

Luego, en las siguientes clases se inició a los alumnos en la confección de mapas conceptuales, y para ello se propuso trabajar en forma grupal distintas actividades que se referían a temas expuestos en el texto base o a materiales elaborados por el equipo docente. Las actividades fueron enfocadas en forma progresiva bajo las siguientes orientaciones estratégicas:

- Enunciado de una serie de conceptos para organizar el mapa, quedando a criterio de los alumnos las palabras de enlace, las relaciones y los ejemplos.
- Presentación de un mapa incompleto para que los alumnos lo terminen (inicio de la estructura esquelética, incluyendo el concepto principal).
- Propuesta del tipo de los conceptos que deben tener en cuenta los alumnos para seleccionar y luego efectuar el mapa. (de definición, de interpretación, de inferencia, de equivalencia, etc.),
- Planteo de una serie de preguntas guía para que los alumnos determinen los conceptos relevantes.
- Confección de un mapa sobre la base de un texto específico a través de una pregunta de enfoque.

Durante la etapa previa al primer parcial los alumnos elaboraron mapas sobre diversos conceptos, a saber: función de una variable real, clasificación de las funciones elementales básicas, simetrías de una función, función continua en un punto, punto de discontinuidad y su clasificación, infinitésimos e infinitos, asíntotas de una función, derivada de una función en un punto, elasticidad de costo y de la demanda (como aplicación económica del concepto de la derivada). A fin de apoyar visualmente los conceptos tratados en las distintas unidades temáticas fue utilizado soporte gráfico dinámico, proyectado en clase y expuesto en el campus virtual.

Estas actividades se llevaron a cabo durante el desarrollo de las clases. Se sustanciaron con las siguientes secuencias: 1) conformación de grupos en un número no mayor a 8 alumnos, 2) presentación y explicación de la consigna, 3) elaboración de mapa propiamente dicho, 4) exposición y puesta en común de diferentes grupos, 5) elaboración del mapa socializado en el pizarrón, 6) reflexión sobre el mapa y 7) modificación en caso corresponder como resultado de la secuencia 6).

Luego, los mapas socializados se publicaron en el Campus Virtual de la asignatura. El software utilizado para su confección digitalizada fue CmapTools versión: 5.05.01.

A modo de ejemplo, se expone la siguiente actividad desarrollada en la clase destinada a la continuidad de funciones de una variable real. Se propuso a los alumnos, conformados en grupos, la lectura y mapeo conceptual del contenido expuesto en sección 1 del capítulo VI del texto base con la siguiente consigna:

*“Bajo la lectura de la sección 1: Definiciones del capítulo VI del texto base, elaborar un mapa conceptual sobre el concepto de **función continua en un punto x_0** , teniendo en cuenta su definición y las condiciones que se infieren de la misma, las expresiones simbólicas, su significado intuitivo y su interpretación gráfica.”*

El mapa socializado en la clase y publicado en el campus virtual resultó:

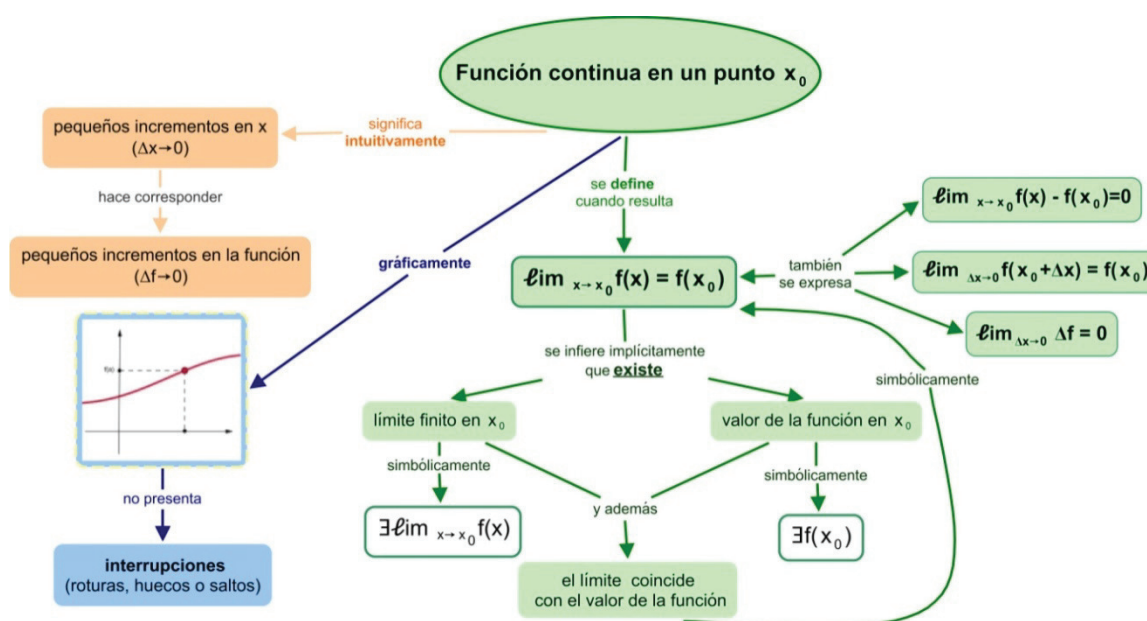


Figura 3: Mapa conceptual socializado sobre el concepto de función continua en un punto x_0 .

Conceptos relacionados:

Conceptos previos: función de una variable real - argumento y valor de una función – incremento de la variable independiente x e incremento de la función (o variable independiente y) – límite de una función en un punto.

Concepto nuevo: función continua en un punto: definición - significación intuitiva – idea e interpretación gráfica.

3.3.2. Ejercicio Teórico – Comparativo año 2009 y 2011.

La 1ª Evaluación Parcial de la cursada contó con un ejercicio de carácter teórico conceptual, el mismo que se tomó en el año 2009, a saber:

“Enunciar cuales son las condiciones que se infieren de la definición de función continua en un punto $x = x_0$ ”

La respuesta correcta es:

De la definición de función continua en un punto $x = x_0$ se infieren tres condiciones:

1. *la función está definida en el punto x_0 ,*
2. *la función tiene límite finito en el punto x_0 ,*
3. *el límite de la función en el punto x_0 es igual al valor de la función en $x = x_0$.*

La valoración de la respuesta en la corrección fue:

- Correcta: cuando enunció las tres condiciones correctamente.
- Regular: cuando enunció por lo menos dos condiciones correctamente.
- Incorrecta: cuando enunció correctamente sólo una o ninguna condición correctamente.
- No responde: cuando no enunció nada (dejó el ejercicio en blanco).

A continuación se detalla una tabla y gráficos de los resultados obtenidos:

Tabla 1: Rendimiento ejercicio teórico de la 1ª Evaluación – cantidad de alumnos y porcentaje.

curso año	2009		2011	
alumnos que				
no responden	54	66%	29	40%
responden en forma correcta	8	10%	23	32%
responden en forma regular	11	13%	12	17%
responden en forma Incorrecta	9	11%	8	11%
Total de alumnos	82	100%	72	100%

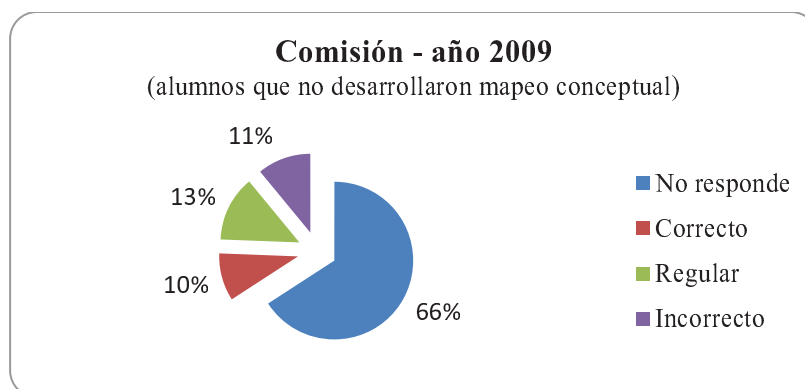


Gráfico 1: Año: 2009 – Rendimiento de alumnos que no desarrollaron mapeo conceptual

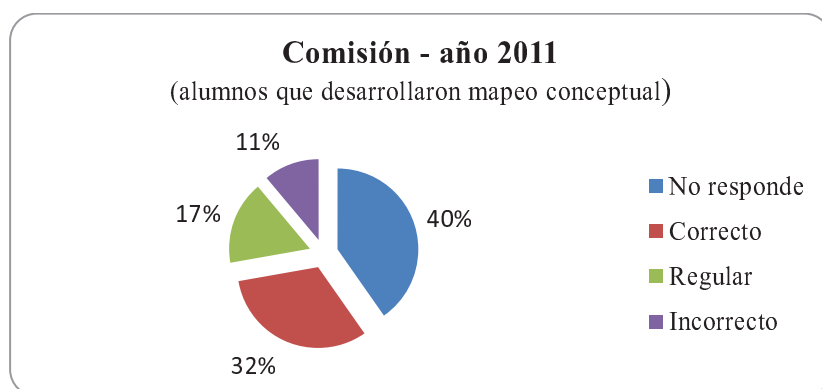


Gráfico 2: Año: 2011 – Rendimiento de alumnos que desarrollaron mapeo conceptual

3.3.3. Encuestas

La primera encuesta fue anónima y voluntaria, destinada a veinte (20) alumnos cursantes de la Comisión N° 40. El objetivo era conocer si en las cursadas precedentes los alumnos estudiaban los contenidos teóricos (conceptuales) para los parciales y en qué forma lo hacían. La misma se efectuó antes de la Primera Evaluación Parcial a través del Campus Virtual.

La segunda encuesta se realizó después de la primera evaluación parcial y a través del campus virtual. También fue anónima y voluntaria, pero en este caso destinada a alumnos cursantes de la Comisión N° 40 (respondieron 64 de 72 alumnos). El objetivo era conocer las apreciaciones de los alumnos con respecto al uso de mapas conceptuales y los beneficios que otorgan.

3.3.4. Análisis de la información obtenida y observaciones de clase.

Los alumnos cursantes expresaron, en su mayoría (un 52%), saber que es un mapa conceptual y un 25 % reveló tener una vaga idea, pero aseguraron que nunca lo habían utilizado para el estudio de contenidos matemáticos.

De la primera encuesta, un 75% declaró no haber dedicado parte de su estudio a los contenidos teóricos para las evaluaciones parciales, manifestando que sólo daban prioridad a la parte práctica. Entre los motivos subrayaron que no comprendían los contenidos teóricos (definiciones, propiedades, teoremas, etc.) y si los estudiaban, lo hacían de memoria.

La situación en el año 2011, según resultados de la segunda encuesta, se revierte cuando el 78 % de los cursantes expresaron dedicar parte de su estudio a la teoría para presentarse a la 1° Evaluación.

Otro dato que explicó el cambio producido, indicador de la mejora en el rendimiento de los alumnos, es el que surge del análisis de los gráficos comparativos en la resolución del ejercicio teórico de la evaluaciones del 2009 y 2011, a saber:

- el porcentaje de alumnos que no respondieron el ejercicio teórico bajó del 66% (año 2009) al 40% (año 2011).
- el porcentaje de alumnos que resolvieron el ejercicio correctamente fue significativa, pues aumenta del 10% (2009) al 32% (2011).
- el porcentaje de alumnos que resolvieron el ejercicio en forma regular o incorrecta se mantuvo con una mínima diferencia entre los años 2009 y 2011.

En la mayoría de las repuestas corregidas se notó que los alumnos pudieron escribir con más seguridad (sin tachaduras, borrones, etc.), las condiciones fueron enunciadas de manera ordenada y con un vocabulario preciso. Sólo una minoría (tres alumnos) expresó la respuesta simbólicamente.

En el desarrollo de las actividades de clase, se puede observar que, en principio, la dificultad estaba a la hora de distinguir entre lo que era o no un concepto. Luego, en encontrar el concepto relevante para iniciar el mapeo o en la ordenación de los conceptos, es decir, en el proceso de jerarquización. La orientación adecuada del docente pudo subsanar estas dificultades. Al mismo tiempo, el docente pudo ir identificando errores y lagunas conceptuales en los alumnos.

Con respecto a la construcción de mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje personal, no se ha podido sacar alguna información o conclusión importante, pero si se puede afirmar que los alumnos prefieren trabajar el mapeo conceptual en forma grupal, y en este sentido, los alumnos manifiestan su protagonismo con lo mucho o poco que aportan a las tareas.

Los alumnos mientras realizaron las actividades en clase se mostraron muy activos, participativos y comprometidos. Esta actitud positiva y predisposición inicial se mantuvo en función del interés y ganas de trabajar con mapas conceptuales.

En las primeras socializaciones de los distintos mapas realizados por los grupos, los alumnos pudieron advertir mapas distintos. Esto dio lugar a explicar la naturaleza individual del aprendizaje, reflexionando sobre la propia forma de aprender.

Los comentarios vertidos en la segunda encuesta referidos a los beneficios que otorga el uso de los mapas conceptuales se centralizaron en:

- Cambio en la forma de estudiar, de memoria repetitiva o a memoria comprensiva: “... recuerdo más” “recuerdo mucho mejor ...”, “ Con los mapas conceptuales mejore mi forma de estudiar”, “ ahora hay muchas cosas que entiendo ... ”
- El mapa conceptual como un esquema de contenido: “me facilita la comprensión, el repaso...” “Controlo mi estudio, ahora sé lo que sé y lo que no sé”, “La teoría me resulta más fácil de repasar”
- La identificación de las ideas más importantes o principales: “...aprendí a resumir”, “tomo nota de lo más importante”
- La jerarquización u organización de los conceptos: “me organizo los temas ...”
- La negociación de significado (debate y discusión en grupo): “en grupo me animo a opinar ...”, “me gusta trabajar en grupo, porque aprendo más”, “no aportó mucho, pero ayudó”

Los mapas conceptuales consensuados dieron muestra de que los alumnos pudieron relacionar los conceptos previos con los conceptos nuevos, combinar los distintos lenguajes (verbal, simbólico y gráfico), y ubicar - reubicar los conceptos dentro de la estructura.

4 Conclusión

Realizada la experiencia corresponde exponer algunas reflexiones, a saber:

El mapa conceptual concebido como una estrategia de aprendizaje para comprender conceptos matemáticos es ideal, adecuado y conveniente, pues pone en evidencia dos cualidades importantes para la descripción de estos conceptos: 1) permite descripciones no lineales, y 2) su carácter gráfico, posibilita observar la estructura descripta en su conjunto.

Su impacto visual pone en evidencia los conceptos matemáticos previos y nuevos, expone las relaciones entre conceptos y sus proposiciones en un lenguaje explícito y conciso, combinando además su interpretación con el lenguaje simbólico y gráfico.

La novedad de la propuesta se convierte en un elemento motivador. Los alumnos se muestran activos, participativos y dispuestos a abandonar prácticas memorísticas o repetitivas. En lo que se refiere al trabajo grupal, preferencia manifestada por los alumnos, permite construir significado mediante el diálogo y el consenso, compartiendo la tarea, y sintiendo que todos tienen algo para aportar. Vale destacar que la potencialidad de la estrategia está en el preciso momento en que los alumnos efectúan el mapeo conceptual.

La reflexión sobre los mapas conceptuales hace que los alumnos puedan diferenciar lo principal de lo secundario, lo cual les permite efectuar un resumen de lo aprendido, y esto afirmado en un aprendizaje de significado, se hace con retención y capacidad de transferencia que favorece la memorización comprensiva.

La estrategia elegida ha sido propicia para cumplir los objetivos planteados en este trabajo, y además, los propios de la asignatura, en cuanto que los alumnos puedan elaborar racionalmente nociones básicas de la asignatura u otros temas de matemática, desarrollen capacidad para leer y entender diferentes textos de matemática, desarrollen sentido crítico, capacidad creativa y de iniciativa como así también sentido de responsabilidad y colaboración con sus compañeros.

Se puede afirmar que se ha mejorado el rendimiento de los alumnos en actividades referidas a la conceptualización, lo que permite recomendar la utilización de la estrategia en futuros cursos de Matemática II.

La experiencia tratada ha dado lugar para una nueva tarea de investigación que estudia la relación entre el rendimiento de los alumnos que utilizan mapas conceptuales y los distintos estilos de aprendizaje.

Para finalizar, se toma a esta primera experiencia en mapeo conceptual como un sencillo, pero potente aporte a la formación de capacidades relacionadas con el aprendizaje autónomo, la flexibilidad y la capacidad de trabajo en grupo, que sin duda, dan lugar a favorecer el desarrollo crítico de los alumnos universitarios.

5 Bibliografía

- Chiang, Alpha C. (1982). *Métodos fundamentales de economía matemática*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- De Guzmán, M. (1993). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. *Tendencias Innovadoras en Educación Matemática*. Organización de Estados Americanos (OEI) para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Biblioteca Virtual, Disponible en: <http://www.oei.es/oeivirt/ciencias.pdf>
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez Cabani, M.L. (2009). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. España: Grao.
- Moreira, M.A. (2010). *¿Por qué los conceptos? ¿Por qué aprendizaje significativo? ¿Por qué actividades colaborativas? ¿Por qué mapas conceptuales?*. Revista Currículum, N°23, pp. 9-23 Artículo, Disponible en: <http://revistaq.webs.ull.es/ANTERIORES/numero23/moreira.pdf>
- Moreira, M.A. (2012). *¿Al final, qué es aprendizaje significativo?*. Revista Currículum, N°25, pp. 29-56 Artículo, Disponible en: <http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20CURRICULUM/25%20-%202012/02.pdf>
- Novak, J.D. y Gowin, B.D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Novak, J.D. (n.d.). *Del origen de los mapas conceptuales al desarrollo de CampTools*. Fundación Gabriel Piedrahita para Eduteka, Entrevista, Disponible en: www.eduteka.org/Entrevista22.php
- Novelli, A., Elli, E. (2003). *Cálculo con aplicaciones a la Economía*. Argentina: Nlibros.
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martín, I., Molina, A., Rodríguez, A. y Vélez, U. (2004). *Cómo ordenar el conocimiento, usando mapas conceptuales*. México: Alfaomega Grupo Editor.

VMAP: CARACTERIZAÇÃO DE UMA ABORDAGEM PARA VERIFICAÇÃO SINTÁTICA E SEMÂNTICA DE MAPAS CONCEITUAIS

Daniel V. de Assis, Wagner de A. Perin, Davidson Cury & Geraldo A. Vassoler, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Email: danieldeassis@gmail.com

Resumo. A criação de mecanismos de inteligência artificial alimentados por mapas conceituais tem aumentado a cada dia e, ao mesmo tempo, as exigências de maior formalismo na concepção desses mapas. Nesse artigo são discutidos parâmetros formais para concepção de mapas conceituais consistentes, em sentido computacional, bem como discutir os impactos do formalismo frente à flexibilidade dos mapas e descrever a estrutura conceitual de uma ferramenta que realize a verificação sintática e semântica de mapas conceituais no seu processo de concepção.

Keywords: Mapas Conceituais, Semântica, Inteligência Artificial.

1 Introdução

Mapas Conceituais são representações gráficas do conhecimento de uma pessoa, ou de um grupo de pessoas num dado momento e domínio. Consistem em um conjunto de conceitos designados por um nome que são geralmente incluídos dentro de círculos ou caixas conectadas por arcos que especificam a relação entre eles (Cañas *et al.*, 2005). São construídos de maneira tal que os conceitos e suas relações carreguem significados claros e evidentes, tais relações estabelecem proposições que transmitem uma mensagem e ampliam a significação semântica do mapa. O mapeamento conceitual é útil na representação de conhecimento, no apoio à decisão, na educação, na documentação, no suporte às pautas de reuniões, na organização de palestras, em brainstormings, dentre outras atividades e áreas de aplicações (Kremer, 1994). Essa pesquisa, no entanto, está interessada nas aplicações de mapas conceituais para representação do conhecimento voltadas às práticas educacionais.

Há atualmente diversos pesquisadores empenhados em aprimorar e criar técnicas e ferramentas que facilitem a utilização dos mapas conceituais por docentes em suas abordagens pedagógicas de modo a facilitar processos de criação e edição de seus mapas conceituais e, ao mesmo tempo, de avaliação e acompanhamento da aprendizagem (Perin *et al.*, 2012).

É importante destacar, no entanto, que a maioria das soluções desenvolvidas pelos pesquisadores partem de um princípio básico comum: de que os mapas conceituais que utilizam como entradas para execução de suas tarefas, ou serviços, atendem a todos as diretrizes básicas características dos mapas conceituais, no estilo Novakiano¹. Ou seja, muitas dessas soluções não se comportam adequadamente quando alimentados por mapas conceituais que não atendam, a rigor, alguns poucos aspectos formais em sua construção.

Sendo assim, essa pesquisa tem por objetivo investigar, categorizar e discutir as aplicações formais e não formais dos mapas conceituais. Pretende-se levantar os aspectos formais que são essenciais para a construção de mapas conceituais computacionalmente interpretáveis, caracterizando uma abordagem de verificação sintática e semântica de mapas conceituais para o *CMPaaS*², que irá auxiliar no processo de concepção dos mapas conceituais evitando os erros mais comuns, que também são analisados nessa pesquisa.

Para isso, esse artigo está organizando em seis seções, incluindo essa seção introdutória. A seção 2 apresenta uma investigação das principais aplicações dos mapas conceituais e discute as necessidades de formalismo em suas representações. A seção 3 apresenta uma investigação dos aspectos formais de mapas conceituais que são essenciais para mecanismos de Inteligência Artificial (IA), bem como apresenta resultados de uma investigação de ocorrências de falhas na concepção de mapas conceituais. A seção 4 descreve os

¹ Uma referência a Joseph Donald Novak, quem concebeu os Mapas Conceituais.

² *CMPaaS* (Concept Map Platform as a Service), uma plataforma de serviços para Mapas Conceituais que está sendo modelo e desenvolvido pelo Departamento de Informática da Universidade Federal do Espírito Santo (Cury *et al.*, 2012).

princípios norteadores do *VMap*, seu escopo de atuação e sua integração à plataforma *CMPaaS* e, por último, a seção 5 que apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2 Mapas Conceituais e suas Aplicações Formais e Não Formais

Na educação, quando conceitos e relações são escolhidos cuidadosamente pelos estudantes, os mapas por eles gerados se tornam fontes valiosas de informações que podem permitir, por exemplo, que os docentes extraiam perfis de aprendizagem, características cognitivas na formação de conceitos, dentre outras informações que podem auxiliar no processo de definição de estratégias de aprendizagem. O conhecimento presente num mapa conceitual é altamente condensado, quando comparado aos textos, mas isso não limita sua capacidade de expressão, uma vez que os mapas permitem que seu criador represente um número virtualmente ilimitado de proposições.

É importante destacar, no entanto, que essas características flexíveis dos mapas conceituais, principalmente na escolha de frases de ligações, dificultam o processo de tradução automática para uma representação formal. A formalidade dos mapas conceituais está diretamente relacionada ao contexto e às características de seu autor, uma vez que esses podem adotar técnicas formais, que restringem a organização e representação do conhecimento no processo de confecção de seus mapas, ou não. Sejam formais, ou informais, os mapas conceituais tendem a ser de mais fácil compreensão humana do que outras formas de representação do conhecimento, como, por exemplo, a lógica de predicados (Nosek, 1990).

Esses dois fatores (a compreensão intuitiva e a possibilidade de representação formal e informal do conhecimento) são de grande importância, pois tornam possível a comunicação entre novatos e especialistas já que podem utilizar o mesmo meio de comunicação.

2.1 Informalismo Versus Formalismo

A “liberdade de expressão” concedida pelos mapas conceituais em sua concepção transformam-nos em poderosas ferramentas de síntese e representação do conhecimento, tão versáteis que podem ser usados tanto na organização de tarefas pessoais como no planejamento de atividades pedagógicas mais complexas. No entanto, todas as aplicações informais dos mapas conceituais carregam consigo uma limitação comum, a saber: Não são computacionalmente interpretáveis a menos que sejam submetidos, anteriormente, a um processo de “formalização” adotando, nesse processo, algumas taxonomias predefinidas ou ontologias (Cañas *et al.*, 2005; Kremer, 1994). Como é possível imaginar, no entanto, esse formalismo torna a concepção do mapa conceitual mais restrita e vai de encontro à liberdade de expressão característica a ele.

A Figura 1 apresenta um Mapa Conceitual que sintetiza o conhecimento discutido até este ponto do artigo, destacando as diferenças entre os mapas formais e informais.

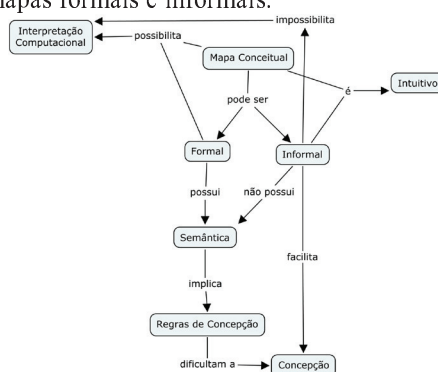


Figura 1: Mapas Conceituais Informais Versus Formais

Enfrenta-se, nesse ponto, o seguinte problema: Como equilibrar a informalidade existente na construção de mapas conceituais com os formalismos esperados por mecanismos computacionais de Inteligência Artificial?

Segundo Cañas & Carvalho (2005), “o processo de criação de mapas conceituais em seu puro estilo Novakiano é, portanto, uma atividade para seres humanos – um meio de modelar o conhecimento humano de forma que seja facilmente compreendido por outras pessoas, não por máquinas. Entretanto, traz grandes

benefícios aos processos tradicionais de IA para aquisição de conhecimento”. Para esses autores, as ferramentas de edição de mapas conceituais não devem restringir a concepção dos mapas conceituais pois a liberdade na seleção de conceitos e frases de ligação é o ponto forte dessa ferramenta, o que a torna fácil de se usar e mais acessível ao usuário. Ainda, segundo eles, os mapas “oferecem um balanço adequado entre flexibilidade e formalismo na representação do conhecimento”. No entanto, esses mesmos autores sugerem formas de as ferramentas de IA se aproveitarem das informações contidas num mapa conceitual.

Pretende-se, nesse artigo, identificar os “erros” mais comumente cometidos na concepção dos mapas conceituais e caracterizar uma abordagem computacional que auxilie os autores dos mapas no processo de criação a fim de otimizar uma posterior interpretação computacional.

3 Diretrizes para Concepção de Mapas Conceituais

Novak (1984) sugere diretrizes simples para a seleção de palavras a serem eleitas como conceitos e frases de ligação. Para ele, os conceitos devem, na maioria dos casos, ser compostos por apenas uma palavra e as frases de ligações devem ser o mais curtas quanto possível. Mapas gerados seguindo esses princípios oferecem informações relevantes e suficientes, e podem ser explorados por ferramentas de inteligência artificial no apoio ao processo de construção de mapas, mesmo que esses mapas não possam ser prontamente traduzidos para uma notação formal.

Para Cañas & Carvalho (2005) os Mapas Conceituais possuem certas características que os tornam atraentes para ferramentas inteligentes, quais sejam:

1. **Mapas Conceituais possuem estrutura:** por definição, conceitos mais gerais e genéricos ficam posicionados no alto dos mapas e os mais específicos na parte inferior.
2. **Mapas Conceituais são baseados em proposições:** cada par de conceitos unidos por uma frase de ligação formando uma “unidade de conhecimento” e estabelece uma relação semântica entre os conceitos.
3. **Mapas Conceituais possuem contexto:** um mapa é uma representação do conhecimento de uma pessoa em um determinado assunto ou área de conhecimento.

Eles destacam, ainda, as seguintes características desejáveis em mapas conceituais bem elaborados:

1. Os conceitos e as frases de ligação devem ser o mais curto quanto possível, preferencialmente compostos por uma única palavra.
2. Cada par de conceitos ligados por uma frase de ligação forma uma proposição autônoma, isto é, a proposição pode ser lida independente do mapa e ainda “fazer sentido”.
3. A estrutura é hierárquica e o conceito usado no topo do mapa é um bom indicativo do tópico do mapa.

Levando em consideração essas diretrizes, essa pesquisa acredita que a existência de um agente inteligente de acompanhamento do processo de concepção de mapas pode minimizar a ocorrência de inconsistências comuns ao detectar a inconformidade com alguma das diretrizes. No entanto, antes de caracterizar os aspectos funcionais de um agente inteligente de verificação sintática e semântica de mapas conceituais, essa pesquisa interessou-se, primeiramente, em conhecer as falhas mais comuns que tornam complicada a compreensão computacional dos mapas conceituais por mecanismos de inteligência artificial. Para isso, investigou-se nessa pesquisa quais são essas falhas e como elas podem ser abordadas computacionalmente. Os resultados estão sumarizados na subseção a seguir.

3.1 Inconsistências comuns em Mapas Conceituais

Ao longo dessa pesquisa foram identificadas e sumarizadas algumas falhas comuns cometidas por estudantes na concepção de seus mapas conceituais e que dificultariam a interpretação computacional. O objetivo principal dessa investigação foi o de identificar falhas que podem ser evitadas caso um agente computacional inteligente conduza o processo de edição de mapas orientando a como agir na ocorrência dessas.

Para essa averiguação, foram analisados mapas gerados por dezoito estudantes, sendo esses:

- Dez estudantes da disciplina de Química Analítica, no curso de Farmácia da USP³.
- Oito estudantes da disciplina de Lógica de Programação, no curso de Capacitação em Desenvolvimento de Sistemas no SENAC-ES⁴.

Da análise dos mapas gerados por esses estudantes, foi possível identificar algumas das falhas que um agente inteligente de acompanhamento do processo de edição poderia detectar e sugerir adaptações, auxiliando os estudantes a conceberem mapas conceituais mais consistentes, com o mínimo rigor formal proposto por Novak. As inconformidades mais comuns identificadas nessa pesquisa foram:

1. **Ausência de frases de ligação:** As frases de ligação são fundamentais para a compreensão de um mapa conceitual e são determinantes para a formação de proposições, pois dão sentido às relações existentes entre os conceitos.
2. **Formação de frases ao invés de proposições:** Mapas conceituais não são indicados para formação de frases. A formação delas tornará complexa tanto a representação quanto a leitura do mapa.
3. **Dois conceitos em uma caixa:** Essa falha pode complicar a representação futura de características individuais dos conceitos que foram agrupados. A interpretação de mapas com essa característica por mecanismos de IA pode levar a generalizações incorretas que poderiam ser evitadas se o autor fosse notificado de antemão.
4. **Repetição de Conceitos:** Em alguns casos, a repetição de conceitos é utilizada para evitar o cruzamento excessivo entre linhas de relações e facilitar a leitura dos mapas conceituais. No entanto, por diversas vezes a repetição de conceitos podem indicar dificuldades do autor em “integrar” o conhecimento representado, ou seja, que o autor possui a tendência de isolar o conhecimento, caracterizando assim um aprendizado mecânico (Novak, 1984).
5. **Falta de simplicidade e clareza proposicional:** É comum a ocorrência de excessos na escolha das frases de ligação o que acaba por obscurecer a clareza das proposições extraídas dos mapas. Este tipo de erro possui grande relação com o “erro 2”, e essa pesquisa acredita que o tratamento dado a este erro resultará na identificação dessas possíveis falhas.
6. **Ausência de Verbos nas Frases de Ligação:** A ausência de verbos nas frases de ligação dificulta o entendimento da proposição gerada.
7. **Concordância verbal:** A concordância é um aspecto relevante para dar clareza semântica às proposições. Ela é fundamental para que as respostas geradas pelos mecanismos de IA façam maior sentido para os usuários dos serviços.

3.2 Índice de ocorrência

A tabela 1 demonstra o número de ocorrência dos erros explorados nesse artigo nos dezoito mapas analisados ao longo dessa pesquisa, computados por curso. Cabe destacar que, na maioria dos casos, o “erro” em questão ocorreu mais de uma vez dentro do mesmo mapa, mas foi computado apenas uma vez já que essa pesquisa interessou-se na quantidade de autores que os cometem.

Tabela 1: Índices de ocorrências de erros nos Mapas

Ocorrência dos Erros nos Mapas								
Curso de Farmácia								
Totais	Nº do Erro							Possuem Erros
	1	2	3	4	5	6	7	
	4	6	2	4	2	8	4	9
Curso de Desenvolvimento de Sistemas								
Totais	0	3	6	8	3	8	7	8
Estatísticas Gerais								
Total Geral	4	9	8	12	5	16	11	
Ocorrência (%)	22	50	44	67	33	89	61	95

Pela Tabela 1 é possível notar que 95% dos mapas analisados apresentam ao menos um dos “erros” sumarizados nessa seção sendo que o mais frequente deles (89%) é a ausência de verbos nas frases de ligação. Os erros de concordância verbal e a repetição de conceitos também possuem ocorrência expressiva (acima de 50%). Por isso, esses três erros serão o foco principal dessa pesquisa.

³ USP: Universidade de São Paulo

⁴ SENAC-ES: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial do Espírito Santo

4 Princípios do VMap e sua Integração com CMPaaS

Essa pesquisa concorda com Cañas & Carvalho (2005) quando afirmam que “ao invés de converter os mapas no estilo Novakiano em algo que eles não são para que possam ser usados por aplicativos de IA, usamos ferramentas da IA para apoiar o usuário no processo de construção do mapa”. Há, portanto, a necessidade de uma atuação proativa por parte dos mecanismos de IA para que os mapas não sofram modificações após sua concepção, mas que tenha uma estrutura semântica bem definida pelo próprio autor do mapa.

A verificação sintática e semântica não é uma preocupação recente na academia. Justamente por isso, existem atualmente diversos editores de textos, navegadores, smartphones e websites que possuem mecanismos de verificação sintática e semântica para a correção de textos que agem de maneira proativa, sugerindo mudanças no momento em que os textos são digitados. Assim, o que se espera como resultado final dessa pesquisa é algo similar a esses mecanismos baseados em textos que, no entanto, atuem diretamente sobre a estrutura e ao conteúdo dos mapas conceituais, sugerindo aos autores mudanças que tornarão mais formais os mapas por eles gerados, assim será mantida sua expressividade.

4.1 Abordagens computacionais do VMap

É importante reforçar que o *VMap* caracteriza-se como um agente inteligente de acompanhamento do processo de construção de mapas conceituais cuja finalidade é sugerir adaptações que tornem a estrutura dos mapas conceituais mais interessantes do ponto de vista computacional. Sua atuação não deve limitar a liberdade dos usuários na construção dos seus mapas, ou seja, suas sugestões podem ser recusadas pelos usuários.

Apesar de esta pesquisa priorizar a liberdade dada ao usuário e a conformidade com a essência dos mapas conceituais, para que um agente inteligente de software consiga sugerir adaptações e melhorias, é necessário que sejam considerados princípios de ontologia (Chang, 2007), estabelecendo, assim, uma relação lógica e computacional entre os mapas conceituais construídos e o próprio agente, neste caso, o *VMap*.

Pretende-se que o *VMap* realize quatro passos, a saber:

1. Leitura do Mapa Conceitual gerado pelo editor de mapas;
2. Conversão do mapa para um modelo de representação de ontologia;
3. Verificação semântica junto a repositórios e vocabulários de dados (VISL⁵, WordNet⁶, VerbNet⁷ ou outros), e;
4. Notificação ao usuário para aplicação, ou não, da sugestão apontada.

Com base nos princípios elencados na seção 3, ao identificar inconformidades, o agente *VMap* notificará ao usuário na tentativa de orientá-lo. Na seção 3.2 fora investigado os principais pontos que uma ferramenta de verificação de mapas conceituais devem se concentrar. O *VMap*, em sua versão inicial, explorará os três principais problemas apontados nessa seção, a saber: 1º) ausência de verbos nas frases de ligação; 2º) repetição de conceitos num mesmo mapa, e; 3º) erros de concordância verbal entre os conceitos relacionados e o verbo presente na frase de ligação. A verificação desses critérios lançará base para futuras extensões do *VMap* a fim de controlar a ocorrência dos demais erros sumarizados na seção 3.1.

É preciso destacar, no entanto, que as sugestões dadas pelo *VMap* contarão com a presença de dois botões. O botão “Sim”, que deve conduzir o usuário ao local que necessita de modificações, e o botão “Não”, que deve remover o sinal de alerta. Um exemplo dessa abordagem para a ocorrência do “Erro 1” está na figura 2. Nesse caso, ao detectar a inexistência de frases de ligações, o *VMap* deve sinalizar o erro e, após solicitado pelo autor, sugeri-lo que descreva a relação existente entre os conceitos conectados.

⁵ **VISL** é um etiquetador morfossintático que permite análise da estrutura morfossintática das frases a ele submetidas. Está disponível em: <http://beta.visl.sdu.dk>, acesso em 26/05/2014.

⁶ **WordNet** é uma rede léxico-conceitual que agrupa os substantivos, verbos e adjetivos em conjuntos sinônimos. Esse serviço é muito utilizado em técnicas de PLN. Está disponível em: <http://wordnet.princeton.edu>, acesso em 26/05/2014.

⁷ **VerbNet** é uma rede léxico-semântica de verbos que os classifica em famílias. Disponível em: <http://verbs.colorado.edu/verb-index>, acesso em: 26/05/2014.

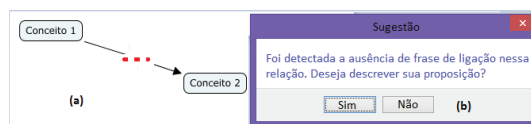


Figura 2: (a) Sinalização de Ocorrência do Erro 1 e (b) Sugestão de correção proposta pelo VMap.

Outro exemplo de atuação do protótipo pode ser visto na Figura 3. Nesse caso, ao detectar erro de concordância, o *VMap* notifica ao usuário que pode, novamente, atender ou não à sugestão dada.

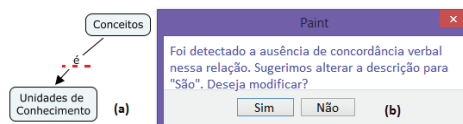


Figura 3: (a) Sinalização de erro de concordância. (b) Sugestão de correção.

Assim, a atuação do *VMap* será no sentido de apontar e orientar a construção de mapas conceituais com o mínimo de rigor sintático e semântico. Ela não limita, no entanto, o poder de expressividade dos mapas conceituais pois permite que o usuário rejeite suas sugestões e mantenha a estrutura que o usuário achar melhor para representar seu conhecimento.

4.2 A integração com CMPaaS

O *CMPaaS* é uma plataforma de serviços voltados para análises estatísticas, inferências e correção de mapas, dentre outros serviços que facilitam a aplicação de mapas conceituais na educação. Esse projeto está em fase de desenvolvimento por pesquisadores do Laboratório de Informática na Educação e por alunos de graduação da UFES. Os serviços compõem a base do ambiente e são consumidos por outros serviços da plataforma e, também, pelo Portal do Conhecimento baseado em Mapas Conceituais, cujo papel é apresentar uma interface com o usuário dos serviços disponíveis na plataforma. A organização do *CMPaaS* pode ser vista na Figura 4.

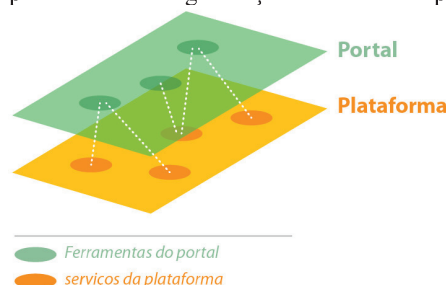


Figura 4: Estrutura Conceitual do CMPAAS

Da Figura 4 notamos que a base dos *CMPaaS* constitui-se, basicamente de serviços que são oferecidos e consumidos pelo portal. Os serviços na base podem, eventualmente, consumir também outros serviços a fim de estender suas funcionalidades.

O *VMap* é um dos serviços que compõe a base do *CMPaaS* e será consumido pelo Portal do Conhecimento no momento da edição de mapas conceituais, ou seja, ao mesmo tempo que o usuário irá consumir o serviço de edição de mapas conceituais, o serviço *VMap* atuará auxiliando nesse processo. No *CMPaaS*, cada serviço tem uma função específica, o que faz com que, para que o *VMap* atue, outros três serviços internos e três serviços externos devem ser adicionados na plataforma. A Figura 5 demonstra os serviços que devem ser adicionados ao *CMPaaS*, em vermelho, e os serviços externos que serão consumidos pelos serviços que integram o *VMap*, em azul.

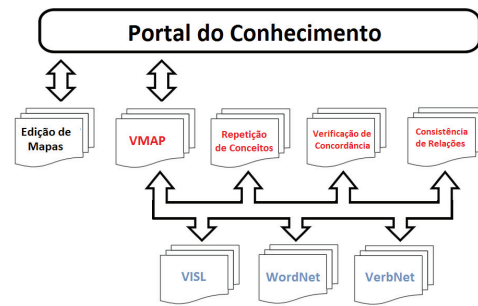


Figura 5: Estrutura Proposta para o VMap

A responsabilidade de cada serviço interno será:

- **VMap:** Articular o funcionamento dos serviços de “Repetição de Conceitos”, “Verificação de Concordância” e “Consistência de Relações”, notificando o usuário através do Portal do Conhecimento a ocorrência de algum alerta gerado por esses serviços.
- **Repetição de Conceitos:** Esse serviço deverá verificar, para cada novo conceito inserido no mapa, se este já se faz presente nele, mesmo que na forma de um conceito sinônimo. Para isso, ele utilizará a base de relações léxicas do WordNet que permitirá averiguar a ocorrências de conceitos sinônimos.
- **Verificação de Concordância:** Esse serviço será responsável por avaliar se a proposição formada pela tripla (Conceito-Relação-Conceito) apresenta concordância verbal. Para isso, esse serviço deve consumir o serviço externo de etiquetagem oferecido pelo VISL e, em seguida, analisar a estrutura morfosintática da proposição a fim de identificar possíveis falhas na concordância verbal. O *VerbNet* poderá ser utilizado para facilitar a análise sintática e semântica das famílias dos verbos utilizados nas relações.
- **Consistência de Relações:** Esse serviço tem a finalidade de, dada uma relação, verificar se essa possui consistência. Fará isso por verificar se a relação não está em branco e se há a presença de um verbo que caracterize a relação proposta.

Com esse serviço, a expectativa dessa pesquisa é que os mapas gerados pelo editor do *CMPaaS* tenham maior consistência formal. Isso porque, os demais serviços que compõem a plataforma e adotam técnicas de IA dependem da consistência dos mapas conceituais de entrada. Sendo assim, essa pesquisa é considerada fundamental para o andamento das pesquisas relacionadas ao Portal do Conhecimento baseado em Mapas Conceituais.

5 Conclusões

Essa pesquisa apresentou a caracterização de uma abordagem computacional para verificação sintática e semântica de mapas conceituais. O objetivo dessa caracterização foi o de estabelecer padrões para o desenvolvimento de um agente inteligente, denominado *VMap*, cuja função é realizar o acompanhamento do processo de construção de mapas conceituais e integrar-se à plataforma do *CMPaaS*. Ele é de suma importância pois irá fornecer maior consistência aos mapas conceituais gerados no ambiente a fim de que esses possam ser, posteriormente, interpretados por mecanismos de IA, fornecendo respostas mais adequadas para os usuários dos serviços oferecidos pelo *CMPaaS*.

Uma investigação realizada junto a 18 alunos de dois diferentes cursos, nos auxiliou a identificar os erros mais comumente cometidos por estudantes no processo de criação de mapas conceituais.

Essa pesquisa dá margens a futuras investigações. Por exemplo, após o desenvolvimento da versão inicial do *CMPaaS*, será possível realizar uma nova investigação comparando os índices de ocorrências dos erros explorados nessa pesquisa. Pretende-se também caracterizar abordagens computacionais para tratar os demais possíveis erros cometidos por estudantes na construção de mapas que foram explorados nessa pesquisa. No entanto, sua aplicação deve ocorrer nas futuras versões desse serviço.

Referências

- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal materials. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267-272.
- Cañas, A. J., M. Carvalho, Mapas Conceituais e IA: Uma União Improvável? *Revista Brasileira de Informática na Educação* 13(1) pp. 9-19 (2005).
- Cury, D., Menezes, C. S. (2012). A Portal of Knowledge Based on Concept Maps. In *Proceedings of the Fifth International Concept Mapping (CMC)*. Valleta, Malta.
- Dutra, Í. M., Fagundes, D. C., Johann, S. P., Piccinini, C. A. (2006) Logical systems and natural logic: Concept Mapping to follow up the conceptualization processes. In: *Second International Conference on Concept Mapping/Segundo Congreso Internacional Sobre Mapas Conceptuales*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006, V.1.
- Kremer, R. (1994) Concept Mapping: Informal to Formal. In *Proceedings of the International Conference on Conceptual Structures*, University of Maryland, USA (1994).
- Nosek, J.T., Roth, I. "A Comparison of Formal Knowledge Representation Schemes as Communication Tools: Predicate Logic vs. Semantic Network." *International Journal of Man-Machine Studies*, 33, 1990. pp. 227-239.
- Novak, Joseph D. & Cañas, Alberto J. (2006). "The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct and Use Them", Institute for Human and Machine Cognition, Flórida, USA.
- Novak, J.D. and D.B. Gowin, *Learning How to Learn*. 1984, New York, NY: Cambridge University Press.
- Perin, W. A., Cury, D., Menezes, C. S. (2012). Construindo Mapas Conceituais Utilizando a abordagem iMap. In: *XVII versión Congreso Internacional de Informática Educativa 2012*. Santiago, Chile. Anais do TISE'2012.
- Zhang, J. (2007). *Ontology and Semantic Web*. *Proceedings of the North American Symposium on Knowledge Organization*. Arizona, USA: The University of Arizona. Vol 1, 9-20.
- Zouaq, A., Gasevic, D., Hatala, Marek (2011) *Unresolved Issues in Ontology Learning*, Position Paper, Canadian Semantic Web Symposium (CSWS), Vancouver, Canada.

WHAT DO YOU KNOW ABOUT GENETICS? CONCEPTUAL MAPPING AND ITS CORRELATION WITH TRADITIONAL ASSESSMENT AND ACADEMIC PERFORMANCE

Juliana M. Aguiar & Denise R. C. Lannes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil
Ana Beatriz Garcia & Cristina S. Ferreira, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brazil,
Email: jaguiar@bioqmed.ufrj

Abstract: Currently teachers need to master contents, build them in open situations and use the student's interest, making profit of strategies and methodologies that promote meaningful learning; assessment should have diagnostic and formative means, undergoing a co-analysis of student's work and the regulation of their efforts, rather than by scores and ratings. Taking into account the influence that way of teaching/assessment has on learning, we investigated the profile of the conceptual mapping of Bachelor's Degree in Biological Sciences' students on the focal question: "What do you know about Genetics" and its correlation to academic performance verified through tests and trials. For this, we have chosen students enrolled in the course Instrumentation for Teaching Genetics, creating categories for the areas/courses to which the concepts presented were related. Forty-six percent of the students presented concepts related to only one category, 32.2 % cited two categories, 13.8 % made reference to three categories, while only 2.3% (2 students) mapped concepts of four of them. Even when more than one concept/area were mentioned they were at uncorrelated categories suggesting a restricted significant learning. The correlation between the scores of academic achievement and maps showed a strong correlation for only 15 % of the sample, the weak correlation shown by the majority of students may indicate that traditional assessments, based on repetition and memorization techniques, do not constitute adequate evaluation tools for "learning" check out. Thus, we suggest that inserting the conceptual maps in the formal assessment system, for diagnosis and formative means, would be a more appropriate strategy.

Keywords: Conceptual mapping, learning strategies and methodologies, diagnostic and formative assessment, learning genetics.

1 Introduction

1.1 Genetics teaching in Brazil

In Brazil, although the scientific and technological innovations are part of high school *curriculum*, most students are not instructed to contextualize their school acquainted biology knowledge, especially those subjects related to genetics, to their real lives (Moura, *et al.*, 2013). The student does not make the correlation, for instance, between subjects such as cell cycle; composition and functioning of the DNA molecule, as the basis needed for the development of transgenes technology (Moura *et al.*, 2013). Thus, both high school and college students, most of the times, consider Genetics contents difficult and not interesting (Klautau *et al.*, 2009; Oca, 2005).

The understanding of biology in high school allows the student to assimilate, to reflect, to be critical and it can deepen their knowledge in relation to biological processes, furthermore it allows the understanding of their importance in technological construction and products generation (Krasilchik, 2000).

Advances in Science and Technology, present in daily life, lead teachers to think in different pedagogical methodologies and new proposals that favors "scientific literacy" and contextualized learning. There is an increased need for education professionals to encourage meaningful learning of concepts based on scientific explanation connected to the day by day life in an attempt to awaken student interest and provide subsidies for the construction of their knowledge (Vieira, 2010).

According to Perrenoud (2000), teachers need content mastering to work them in usual situations as well as in complexes tasks, using students' interests, exploring daily events; in other words favoring active assimilation and exchange of knowledge. This skill allows teachers finding different motivating ways to teach refractory subjects. Without this general perception and contextualized, the teacher ends up acting in a superficial manner and inducing content memorization.

However, as discussed by authors such as Justina and Ferrari (2010), Andrade (2011), Schneider and colleagues (2011) when asked about basic concepts in biology, focusing on genetics, undergraduate students presented basic and shallow concepts without bond with technological advances and their contextualization. Accordingly, regarding teachers and biology teaching, Trivelato (1995) states that only with deep knowledge of the contents, and feeling secure about them, it that teachers will have a perception of what is essential to be taught.

In order to allow teachers to act towards meaningful learning, Carvalho and Gil-Pérez (2009) discuss how important it is that contents during undergraduate courses, especially for future teachers, are also addressed in a meaningful way allowing that newborn teacher, through their own learning process, the construction of a model to be reproduced in their professional practice. It is not enough to simply insert new terms/classifications and leave them as "black boxes" for the students. Students need to rebuild these terms in a prior conceptual networks. This (re)construction allows the student to overcome the limitations of the fragmented and/or reductionist view usually associated with knowledge of Biology/Genetics, making itself critical about knowledge (Justina, Meglhioratti and Caldeira, 2012). Thus, assessment is deeply connected to this process and it cannot be dissociated.

1.2 Fundamentals of Assessment

Several innovations have been proposed in education, however, assessment remains as a finalist and classificatory character going against the proposed at the Guidelines for the National Curriculum that defines assessment:

"... Is an active part of the training process, as it allows to diagnose and overcome gaps, assess achieved results considering the competencies to be made and identify any necessary changes route" (Brazil, 2002, p.32).

Piletti (2003) argues that the assessment should address the learning process as a whole, focusing at the advance of the students as well as at the teachers', occurring in mutual way. Moreover, "[...] it is not only reduced to scores. Its connotation expands and moves, in order to verify the extent to which students are achieving the proposed goals for teaching-learning process" (Hadj, 2001, p. 286).

For effective implementation, the assessment should be based on diagnostic, formative and summative profiles (Haydt, 2002; Libâneo, 1994; Piletti, 1987). The diagnostic profile of the assessment requires planning and direction of the teaching learning process by means of verifying knowledge and skills in a group of students on the addressed issue.

Formative assessment, continuously conducted, aims to track student's performance mainly offering possibilities to point out failures and successes of both students and teachers, adapting methods of teaching to the learning group's needs. The results of this formative profile allow performing corrections and methodological adjustments if necessary. This function is also relevant with regard to stimulation and motivation necessary during the learning process, functioning as a control (Haydt, 2002).

At last, the summative task classifies students' quantitative or qualitative levels of achievement, often at the end of a learning step, aiming a promotion to a next level of the educational hierarchy. Considering the three evaluative functions, the assessment according to Perrenoud (2000) should have primarily a formative character, undergoing a co-analysis of the student's work and the meaning of their efforts, rather than by scores and ratings.

1.3 Using the conceptual mapping

The conceptual map is a representation of a set of conceptual meanings anchored in a structural network of propositions belonging to that person. The idea of conceptual map was created by Novak in 1972, based on the learning psychology of Ausubel (Novak and Cañas, 2008). From the moment that one is aware of the previously anchored concepts it is possible to make the relationship between these and the new concepts acquired (Novak, Gowin, 1996).

Novak and Cañas (2008), citing Ausubel, discuss the importance of the way that new concepts are presented because it will indicate whether or not the student will be able to anchor these concepts in their structural network. When the concepts described and communicated to the student are not anchored to its network of meanings this will lead to mechanical learning. Meaningful learning occurs when concepts are identified autonomously by the student and anchored in its structural system, taking long-term significance. Thus, strategies and teaching methodologies and assessment, enabling the relationship of new concepts with pre-existing structural network in the student concepts are essential to foster meaningful learning.

According to Novak and Gowin (1996), the conceptual map, in addition to being a teaching strategy, explores relevant concepts that students already possess, and can be used as a research tool for the structural network preconceptions of students, as well as a tool to assess learning. According to Romero (2007), the

conceptual mapping is a strategy to ease the task of “learning how to learn”, it allows the understanding of the structure of a subject, enabling the understanding of the construction and significant relationship between concepts of certain content.

In this context, this paper aims to investigate the profile of the conceptual mapping of students of the Bachelor's Degree in Biological Sciences, offered through the consortium CEDERJ on the focal question: *'What do you know about **Genetics**?'*, demonstrating their concepts and related meanings and subsequently identify the correlation between the results of their maps and academic performance. Traditionally, in a summative assessment process, academic performance is verified through tests and trials.

2 Methodology

2.1 Context of the research - case study

The Bachelor's Degree in Biological Sciences, target of this research, is offered by the Consortium CEDERJ (Centre for Distance Education of the State of Rio de Janeiro) through three of the consortium universities: University of Rio de Janeiro State (UERJ), North Fluminense State University Darcy Ribeiro (UENF) and Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). The CEDERJ Consortium emerged in 2000 as a proposal to form a regional network of distance education. It currently comprises eight public institutions of the State of Rio de Janeiro, with approximately 26.000 students enrolled in its 14 undergraduate distance courses.

2.2 Sample characterization

For this work, we analyzed conceptual maps of 87 students enrolled in the course Instrumentation for Teaching Genetics, representing 63.0% of its total during the year of 2014. The course has Basic Genetics as a prerequisite course. In order to succeed, student must have Academic Performance equal or higher than six, if performance is lower than six, the student is submitted to a final assessment with the totality of contents and should achieve performance score equal or higher than five.

Instrumentation for Teaching Genetics, Cell Biology I, Cell Biology II, Basic Genetics, Molecular Biology and Evolution courses are compulsory in the curriculum of the Bachelor's Degree in Biological Sciences, and offered at the second, third, sixth, seventh and eighth periods respectively. Among the courses listed, only Biotechnology is elective. The frequencies of students, subjects of this research, which have acquainted the courses listed above, are shown in Table 1.

Table 1. Amount and percentage of students that have already taken the courses predicted at the Bachelor's Degree on Biological Sciences *curriculum*.

Courses (category)	Students number (%)
Cell Biology (compulsory)	87 (100%)
Basic Genetics (compulsory)	87 (100%)
Molecular Biology (compulsory)	47 (54.0%)
Evolution (compulsory)	44 (50.6%)
Biotechnology (elective)	18 (20.7%)

Regarding gender, 83.9 % are female and 16.1 % male. The average age of participants was 32 years old \pm 9.1. As for academic performance in Basic Genetics, the average was 6.7 ± 1.1 . Of these, 47.8 % had no failures in Genetics and obtained a mean of 6.9 ± 1.3 ; 15.2 % had failed at least once in Genetics, but subsequently were approved with a mean of 6.5 ± 0 . Exclusion criteria: students who were waived from Genetics or missed the first compulsory meeting of the Instrumentation for Teaching Genetics course.

2.3 Data collection and analysis

This paper is a quali/quantitative study. Sample was characterized by data base mining available at the academic registration software of the consortium CEDERJ. Prior concept map building, students attended to a 60 minutes explanation of the procedures. Aspects of the methodology such as its use as a pedagogic tool and the basics elements found in a map were presented. Furthermore, a prototype map was built with a different subject in order to solve any doubts concerning the technique. When this introductory part was accomplished, students were challenged with the focal question *'What do you know about **Genetics**?'* to build the concept map. This exercise was proposed to the students enrolled in the course Instrumentation for Genetics Teaching during the

first two mandatory personal meetings, scheduled for the beginning of the period. Students had 30 minutes to perform the conceptual mapping. The maps were scored according to Novak (1998). Both academic performance and the score obtained by the students on the map were normalized.

To create categories, we used the methodology of content analysis (Bardin, 2006), through the technique of semantic categorization. According to the author:

"The categories are rubrics or classes that meet a group of elements ... under a generic title, this grouping is done due to common characteristics of these elements (p. 117)."

The intensity and direction of a linear relationship between two quantitative variables x and y were measured statistically by calculating the linear correlation coefficient of Pearson, using Microsoft Office Excel 2007 version. In this analyzes, the observed correlations do not mean causality. The results are shown in the scatter plots. Values, referential to Pearson's correlation, according to Swiscow (1997, Chapter 11), namely: from 0.00 to 0.19 - absent or very weak; from 0.20 to 0.39 - weak; 0.40 to 0.59 - moderate; 0.60 to 0.79 - strong and from 0.80 to 1.00 - very strong.

3 Results and Discussion

3.1 Analysis of Conceptual Maps

The conceptual mapping done by the students with the focal question 'What do you know about Genetics?' was assessed and maps' scores, according to Novak (1998), ranged from nine (9) to 138 points with an average of 37.4 ± 22.7 points, demonstrating the heterogeneity of students concerning their structure and organization of knowledge. Figure 1a illustrates a conceptual map constructed by the students and Figure 1b, its English version, reproduced in CmapTools® (IHMC, Florida) software.

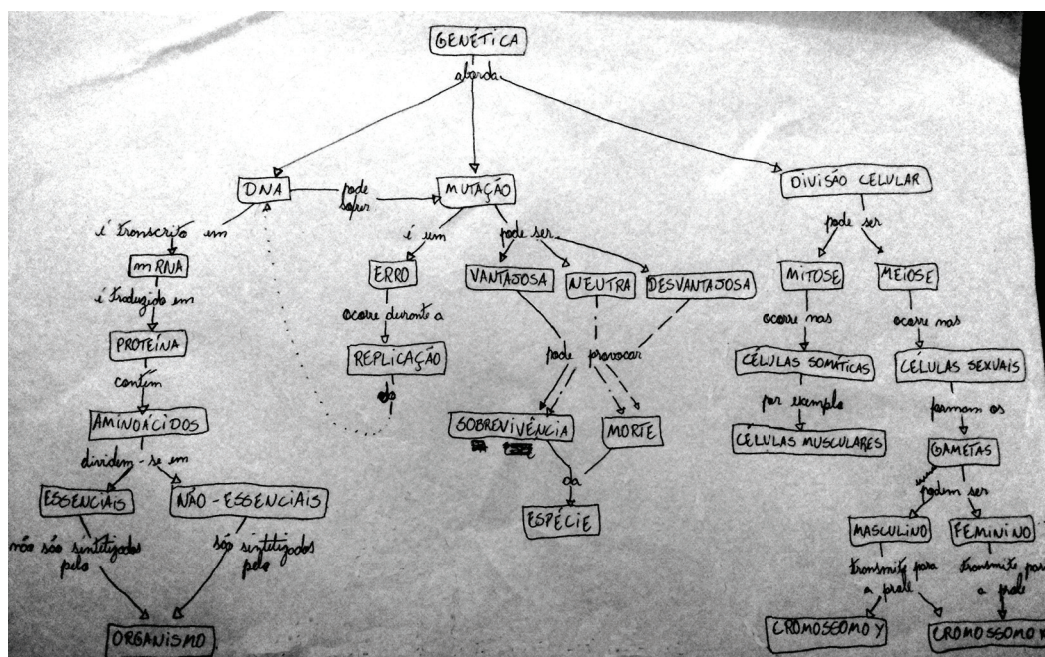


Figure 1a. Conceptual map of one of the students enrolled in the course Instrumentation for Teaching Genetics during the year of 2014.

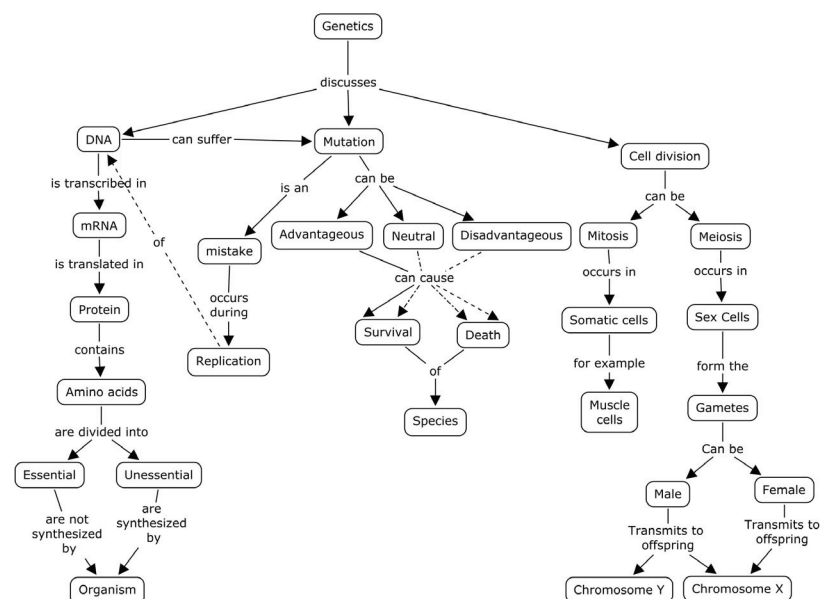


Figure 1b. Conceptual map of one of the students enrolled in the course Instrumentation for Teaching Genetics during the year of 2014. Reprinted and translated using the CmapTools® software (IHMC, Florida).

The concepts presented in the conceptual maps were categorized by knowledge areas, according to the courses available in the *curriculum* and shown in Table 2.

Table 2. Categorization of concepts present in the conceptual maps of the students enrolled in the course Instrumentation for Teaching Genetics about the focal question ‘What do you know about *Genetics*?’

Categories	(% of students)	Related concepts
Basic Genetics	66.7	Peas Phenotype Gene Genotype Heredity Mendel Variability
Biotechnology	34.5	Stem Cell Technology Transgenics
Molecular Biology	28.7	DNA Proteins RNA
Evolution	21.8	Adaptation Darwin Mutation Natural Selection
Cell Biology	16.1	Nuclear Membrane Chromatin Chromosome Gamete
Total of students	87	

Considering the courses of the *curriculum* for obtaining the Bachelor’s Degree in Biological Sciences (see Table 1), it is important to note that all 87 students surveyed had taken the course Basic Genetics, category analyzed with the highest percentage of mapped concepts (Table 2). In contrast, although all students also have already taken Cell Biology course - I and II (Table 1), this was the category with the lowest percentage of concepts set on their maps (Table 2).

The comparison between Tables 1 and 2 shows, in general, the fact that the students have already attended courses whose concepts could be included on their maps, seems to be unrelated to their insertions. These results suggest that, when asked to delineate the concepts related to focal point ‘What do you know about *Genetics*?’,

these students did not attain concepts, more contextual and comprehensive, by including the same in their conceptual models related areas.

We could consider that most recently courses taken by the students such as Basic Genetics, were more likely to have their concepts embedded in conceptual maps of the students surveyed. However, the courses of Molecular Biology and Evolution are also subjects of the last periods, and still do not have their concepts included with expressive representation (28.7% and 21.8%, respectively).

This suggestion of restricted meaningful learning, demonstrated by the inclusion of different topics in their conceptual maps, appears again when we checked the concomitant occurrence of concepts, regardless of whether or not related. In this analysis, 40 students (46.0 %) presented concepts related to only one of the categories listed in Table 2; 28 students (32.2 %) mentioned concepts related to two categories and 12 (13.8 %) mentioned the topics included in three categories. Of the total, only two students (2.3%) mapped concepts of four of them, while no student mentioned concepts of the five categories.

Probably, our results are consistent with the proposition that students often know a lot about a particular concept, however, it may lack a conceptual network that links all the fragments of information available (Campos, Bortoloto and Felicio, 2002). By means, the acquisition of a concept, does not necessarily make it meaningful, a consequence of anchoring process in their prior conceptual model (Ausubel, 2002).

In a more refined analysis, seeking direct correlation among concepts, we reiterate the restricted meaningful learning, since any valid proposition combining concepts from different areas/courses was not observed. This may suggest that although the students include in their maps concepts covered in each of the areas related to the fundamentals of genetics, the learning process proved to be compartmentalized or fragmented by areas of expertise. This seems to be a characteristic of *curricula* that do not work interdisciplinary concepts effectively (Gatti, 2010). Students learn each topic separately, but cannot establish relationships between them.

3.2 Correlation between Conceptual Map and Academic Performance

In Figure 2, the trend line shows that there is a poor correlation between the academic performance in Basic Genetics and the score obtained in the conceptual map ($\rho = 0.2004$).

To check the frequency of students showing equilibrium ($\rho = 1$) between academic performance and the map, a straight line with an angle of 45° (dashed line) was drawn passing through the origin. In this analysis, only 13 students (15%) showed very strong results between the scores obtained in the two parameters (Figure 2). A strong correlation is shown in Figure 2 by the points presented nearby the dashed line; these points represent students with convergent score between academic achievement and conceptual map. The furthestmost points of the line represent students approaching their significant parameter (Academic achievement – x axis, or conceptual – y axis), diverging, consequently, of the opposite parameter. It is possible to observe that the “Students focus”, below the dashed line, indicate that they have a higher score for academic performance despite the conceptual map, this fact results in a weak correlation between these parameters.

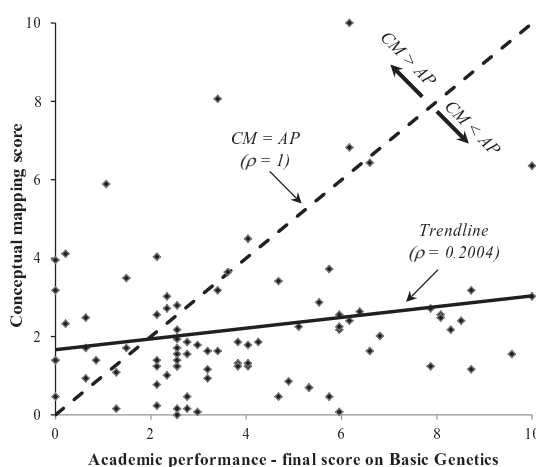


Figure2. Sample dispersion correlating Normalized Academic Performance and Normalized Conception Mapping of the students from the course Instrumentation for Teaching Genetics during the year of 2014.

The establishment of a weak correlation between academic performance and the results of conceptual maps may indicate that traditional assessments based on repetition and memorization do not constitute a suitable approach for measuring students' "learning" (Medeiros; Bezerra, 2013). It has been a while since studies have demonstrated that conventional tests rarely require more than mechanical learning (Bloom, 1956; Holden, 1992). The knowledge learned mechanically tends to be quickly forgotten, unless they are often repeated. The knowledge structure or cognitive structure of the learner is not enhanced or modified to clarify incorrect ideas. Thus, misconceptions persist and learned knowledge has little or no potential to be used in learning situations and/or resolution of problems in the future (Novak, 2002). Nevertheless, these traditional practices, specifically aimed at classification from short-term memory, seem not to be effective to evaluate the expected skills of the individual in a world where the integration of multiple knowledge is crucial to deal with the amount of available information.

According to our results the conceptual maps analyzed showed quite simple structures – segmented and/or linear, with no conceptual relationship between the different aspects and contexts linked to the focal point.

The concept map can be considered as an assessment strategy of great value once it encourages students to conceptual modeling as a network, providing meaningful learning (Novak, Cañas, 2008).

Thus, inserting the conceptual maps in the conventional assessment system, due to its diagnostic and formative profile, would be a more appropriate strategy. This, not only due to the possibility of measuring conceptual change occurred as a result of the teaching- learning process, but also and mainly for its potential to transform the moment of assessment as a pedagogical practice aimed at meaningful learning.

References

- Andrade, M. A. B. S. (2011). A epistemologia da biologia na formação de pesquisadores: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares. 233 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Bauru.
- Ausubel, D. P. (2002). Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo.
- Bardin, L. (2006). Análise de conteúdo (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trans.). Lisboa: Edições 70. (Original work published in 1977).
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. New York: Longmans. Green.
- Brasil. MEC/CNE. (2002). Parecer 009/1002 e Resolução CNE/CP 01/2002, que institui as Diretrizes Curriculares para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica, em Cursos de Nível Superior. Brasília, DF.
- Campos, L. M. L.; Bortoloto, T. M.; Felício, A. K. C. (2002) A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem.
- Carvalho, A. M. P.; Gil-Perez, D. (2009). Formação de professores de ciências. 9. ed. São Paulo: Cortez.
- Gatti, B. A. (2010). Formação de Professores no Brasil: Características e problemas Educ. Soc., 31(113), 1355-1379.
- Hadji, C. (2001). Avaliação Desmistificada. Porto Alegre: Artmed.
- Haydt, R. C. C. (2002). Curso de Didática Geral. 7. ed. São Paulo: Ática, (Série Educação).
- Holden, C. (1992). Study flunks science and math tests. Science Education, 26, pp.541.
- Justina, L. A. D.; Ferrari, N. (2010). A ciência da hereditariedade: enfoque histórico, epistemológico e pedagógico. Cascavél: Edunioeste.
- Justina, L.A.D.; Meglhioratti, F.A.; Caldeira, A.M.A. (2012). A (re)construção de conceitos biológicos na formação inicial de professores e proposição de um modelo explicativo para a relação genótipo e fenótipo. Revista Ensaio, 14(0), 65-84.
- Klatau, N.; Aurora, A.; Dulce, D.; Silviene, S.; Helena, H. and Correia, A. (2009). Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2267-2270. In: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2267-2270.pdf>. Accessed: May, 2014.

- Krasilchic, M. (2000). Reforma e realidade: o caso do ensino de ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93.
- Libâneo, J. C. (1994). Didática. São Paulo: Cortez.
- Medeiros, M. & Bezerra, E. L. (2013). Contribuições das Neurociências... *Revista Diálogos* – (10), pp.182.
- Moura, J; Deus, M. S. M.; Gonçalves, N. M. N.; Peron, A. P. (2013). Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 34(2), 167-174.
- Novak, J. D. & A. J. Cañas, (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.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (lphs) leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Novak, J. D., (1998). Learning, creating, and using knowledge. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass., Publishers.
- Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1996). Aprender a Aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Oca, I. C. M. (2005) Que aportes oferece La investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas? *Revista Educación*, México, 19(1), 7-16.
- Perrenoud, P. (2000). Dez novas competências para ensinar. São Paulo: Artes Médicas Sul.
- Piletti, C. (1987): Didática geral. São Paulo, Ática.
- Piletti, N. (2003). Estrutura e funcionamento do ensino fundamental. 26ª Ed. São Paulo: Ática.
- Schneider, E.M.; Justina, L.A.D.; Andrade, M.A.B.S.; Oliveira, T.B.; Caldeira, A.M.A.; Meglhioratti, F.A. (2011). Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(2), 201-222.
- Swinscow, T.D.V. (1997). Statistics at Square One. 9ª Ed. BMJ Publishing Group.
- Tavares, R. (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciências & Cognição*; year 4, v.12.
- Trivelato, S.L.F. (1995). Perspectivas para a formação de professores. In: Trivelato, S.L.F. (org.) *Coletânea 3ª Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia*. São Paulo: FEUSP, pp.35-48.
- Vieira, V. (2010). Construindo saberes: aulas que associam conteúdos de genética à estratégias de ensino-aprendizagem. *Revista práxis*. year II, nº 3 –pp. 59-63.