

VALORACIÓN CUANTITATIVA PARA EVALUAR MAPAS CONCEPTUALES

*Pablo González Yoval, Saulo Hermosillo Marina, Eduardo Chinchilla Sandoval, Laura García del Valle, Cecilia Verduzco Martínez, Escuela Nacional Preparatoria, Universidad Nacional Autónoma de México, México
Email: yoval@servidor.unam.mx*

Resumen. Los mapas conceptuales son diagramas que indican las relaciones entre los conceptos y pueden verse como diagramas jerárquicos que procuran reflejar la organización conceptual de una disciplina, con estos se han desarrollado diferentes líneas de investigación, aunque en general se acepta el hecho de que constituyen un recurso potencial en la práctica docente. Existen diversas formas de evaluar el aprendizaje significativo mediante la utilización de mapas conceptuales, en este trabajo se presenta la metodología del análisis bidimensional o Prueba de Asociación Olmstead-Tukey como una herramienta diagnóstica y de evaluación en el manejo de conceptos de tipo grupal. Se aplicó a diferentes grupos del bachillerato de la UNAM (México) considerando el sector educativo del cual egresaron. El análisis se centró en diferentes conceptos relacionados con Biología, encontrándose asociaciones con la Prueba Olmstead-Tukey y corroboradas por la prueba estadística de ji cuadrada. La aplicación de esta prueba en otros grupos permitirá verificar la confiabilidad de la prueba, para en un futuro diseñar un software que permita facilitar la interpretación de mapas conceptuales de alumnos, en grupos numerosos.

1 Introducción

Los mapas conceptuales son diagramas que indican las relaciones entre los conceptos y pueden verse como diagramas jerárquicos que procuran reflejar la organización conceptual de una disciplina, con estos se han desarrollado diferentes líneas de investigación, aunque en general se acepta el hecho de que constituyen un recurso potencial en la práctica docente (Moreira, 1988; Al-kunfield y Wandersee, 1990; Novak, 1990; Shavelson, 1993)

Wallace y Mintzes (1990) realizaron un breve análisis de las tendencias existentes para el uso de mapas conceptuales en la década de los 80 y señalan que una parte de las investigaciones se han canalizado para utilizarlos como elementos heurísticos en los alumnos y facilitar el aprendizaje de otros campos del conocimiento. Así mismo, añaden que otro tipo de estudios se enfocó hacia la posibilidad de que los estudiantes puedan exteriorizar de manera gráfica los conceptos y la forma en que estos son asociados por los alumnos, para poder así establecer un punto de comunicación para la reflexión de como aprende el alumno (metacognición y metaprendizaje).

Ontoria et al. (2001) señalan otras formas de aplicación de los mapas conceptuales en forma de técnicas: a) de tipo cognitivo, b) para compartir significados, c) para relacionar los conceptos de una unidad didáctica, d) para evaluar, entre otras. Para el caso de la evaluación, la consideran como "...parte integrante de todo modelo educativo que se refleja en el proceso de enseñanza-aprendizaje y, en definitiva, es una actividad primordialmente valorativa e investigadora, a través de la cual se toman decisiones que contribuyen a regular el proceso educativo." Bajo esta perspectiva la evaluación debe tener un carácter procesual y continuo.

De igual manera, Ontoria et al. (2001) mencionan a las proposiciones, la jerarquización, las relaciones cruzadas y ejemplos, como elementos que deben ser valorados para emitir un juicio cualitativo o cuantitativo (asignar puntajes) al momento de evaluar el aprendizaje significativo en los mapas conceptuales. Existen diversas formas de evaluar el aprendizaje significativo mediante la utilización de mapas conceptuales, pero una de las desventajas de trabajar con mapas es el tiempo que se invierte en su interpretación, razón por la cual se requiere de una herramienta que solucione este inconveniente. Si consideramos que en México un profesor de bachillerato tiene a su cargo grupos con más de 40 alumnos, el uso de mapas se convierte en una herramienta de difícil aplicación. El actual desarrollo de la informática ofrece una posible vía mediante la generación de un software que resolviese esta situación.

Un primer paso sería el diseño de un método para que al introducir los datos al programa, éste proporcionara resultados que permitieran al evaluador tomar las decisiones pertinentes sobre el proceso educativo. En una segunda instancia habría que valorar la eficacia de este método. Por último, el diseño y construcción del software sería la etapa final. Actualmente nos encontramos en la etapa de valoración de esta metodología, que es uno de los propósitos de asistir a esta reunión académica. La metodología es el análisis bidimensional o Prueba de Asociación Olmstead-Tukey (Zar, 1974; Sokal y Rohlf, 1985; García de León, 1988) aplicada como una herramienta diagnóstica y de evaluación en el manejo de conceptos de tipo grupal, la cual contribuye al diseño de estrategias de aprendizajes y la estructuración de planes de estudio.

2 Metodología

El plantel 2 “Erasmus Castellanos Quinto” es el único en el sistema del bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el cual se imparte, además de la enseñanza media superior, el equivalente al ciclo de estudios de nivel secundaria de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y que se denomina “Iniciación Universitaria”. Los profesores que laboran en este plantel a nivel preparatoria tienen la posibilidad de recibir egresados de diferentes sectores educativos: de la SEP, Iniciación Universitaria (UNAM) y de escuelas particulares.

Con base en este universo de egresados, se decidió utilizar los mapas conceptuales para explorar la forma en que los alumnos de dichas escuelas asocian algunas palabras importantes en el contexto del programa de Biología IV de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM. Cabe señalar que los resultados que se presentan en este trabajo son de tipo diagnóstico. Este trabajo se realizó durante el ciclo escolar 1994-95 con una población de 221 alumnos que cursaron la asignatura de Biología IV de 5º año de bachillerato, de los cuales 38 fueron egresados de Iniciación Universitaria, 120 egresados de la SEP y 11 de escuelas particulares; así mismo, se trabajó con una población de 53 alumnos que cursaron el bachillerato en el “Colegio México” (escuela incorporada a la UNAM) en el mismo ciclo escolar.

La aplicación de los mapas conceptuales consistió en:

1. Explicar a los alumnos el concepto de mapas conceptuales, posteriormente se elaboraron mapas utilizando conceptos no relacionados con biología como una forma de ejercicios, (Duración: dos sesiones de 50 minutos)
2. Se elaboró una lista de 20 palabras ordenadas alfabéticamente, las cuales están relacionadas con los conceptos mínimos que debe aprender un estudiante al finalizar el curso de Biología IV. Se procuró que las palabras elegidas formaran parte de los cursos anteriores de la asignatura. Se generaron bloques de cuatro palabras correspondientes a cada una de las cinco unidades del programa de Biología IV (tabla 1).
3. En una sesión de 30 minutos, cada alumno elaboró un mapa conceptual con las palabras clave que ubicará como familiares de la lista de 20 palabras.

Unidad I: Introducción al conocimiento científico	Unidad II: Bases de la ecología	Unidad III: Evolución y diversidad	Unidad IV: Continuidad de la vida	Unidad V: El sistema vivo
Ciencia	Ciclo de la materia	Biodiversidad	Fecundación	Organelos
Conocimiento	Ecosistema	Especiación	Ácidos nucleicos	Célula
Método	F. abióticos y bióticos	Selección natural	Mitosis	Fotosíntesis
Tecnología	Flujo de energía	Adaptación	Reproducción	Respiración

Tabla 1. Conceptos para cada unidad didáctica, utilizados por los alumnos para la elaboración de mapas conceptuales. (A los alumnos se les presentaron en orden alfabético)

El análisis de los mapas conceptuales se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Con la información que proporcionó cada mapa, se generó una matriz de asociación (tabla 2).
2. Se cuantificaron las asociaciones de palabras entre las matrices de cada sector educativo (SEP, UNAM, Particular), elaborándose una matriz general por sector.
3. Cada bloque de cuatro palabras por unidad forma un total de 12 asociaciones esperadas, de las cuales se calcularon las frecuencias de asociación tomando como base la matriz generada por sector.
4. Se aplicó la prueba de X^2 (ji cuadrada) entre las frecuencias de asociación de los diferentes sectores (Zar, 1974).
5. Se utilizó la Prueba de asociación Olmstead –Tukey o Análisis Bidimensional (Zar, 1974; Sokal y Rohlf, 1985; García de León, 1988) para determinar: conceptos **dominantes** (mayor frecuencia de asociación y mayor número de relaciones establecidas por los alumnos); conceptos **ocasionales** (menor frecuencia de asociación y mayor número de relaciones); conceptos **constantés** (mayor frecuencia de asociación y menor número de relaciones); conceptos **raros** (menor frecuencia de asociación y menor número de relaciones).
6. Se tomó en cuenta la jerarquía de conceptos en la estructura de los mapas conceptuales, para establecer una secuencia entre los temas y determinar si siguen el orden propuesto en el programa de Biología IV.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ácidos nucleicos	1																				
Adaptación	2																				
Biodiversidad	3																				
Célula	4																				
Ciclo de la materia	5																				
Ciencia	6																				
Conocimiento	7																				
Ecosistema	8																				
Especiación	9																				
F.abióticos, bióticos	10																				
Fecundación	11																				
Flujo de energía	12																				
Fotosíntesis	13																				
Método científico	14																				
Mitosis	15																				
Organelos	16																				
Reproducción	17																				
Respiración	18																				
Selección natural	19																				
Tecnología	20																				

Tabla 2. Matriz de asociación entre los 20 conceptos del programa de Biología IV (a cada concepto le corresponde un número que se ubica hacia el lado derecho del mismo; de igual manera, los conceptos se repiten para cada columna en donde solo se indica el número que le corresponde).

3 Resultados

En la tabla 3 se muestran las frecuencias y porcentajes de asociación de las unidades por sector educativo. Cada unidad está formada por las 12 relaciones que se pueden establecer a partir de las cuatro palabras que constituyen el bloque. La prueba ji cuadrada indica que no existen diferencias significativas en la proporción de asociaciones entre cada uno de los sectores ($X^2 = 12.51$; $gl=8$; $p>0.05$), siendo las palabras relacionadas con la primera unidad: Introducción al conocimiento científico, donde se presenta el mayor porcentaje de frecuencia de relación de conceptos (45% para los egresados de la SEP, 45% para los de Iniciación Universitaria y 42% para particular).

UNIDADES	SEP	UNAM	PARTICULAR
I	386 (46%)	146 (45%)	243 (43%)
II	77 (9%)	32 (10%)	83 (14%)
III	115 (13%)	44 (14%)	115 (20%)
IV	155 (18%)	48 (15%)	66 (11%)
V	124 (14%)	51 (16%)	67 (12%)

Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de asociación de conceptos para cada unidad, y por cada sector educativo. ($X^2 = 12.51$; $gl=8$; $p>0.05$)

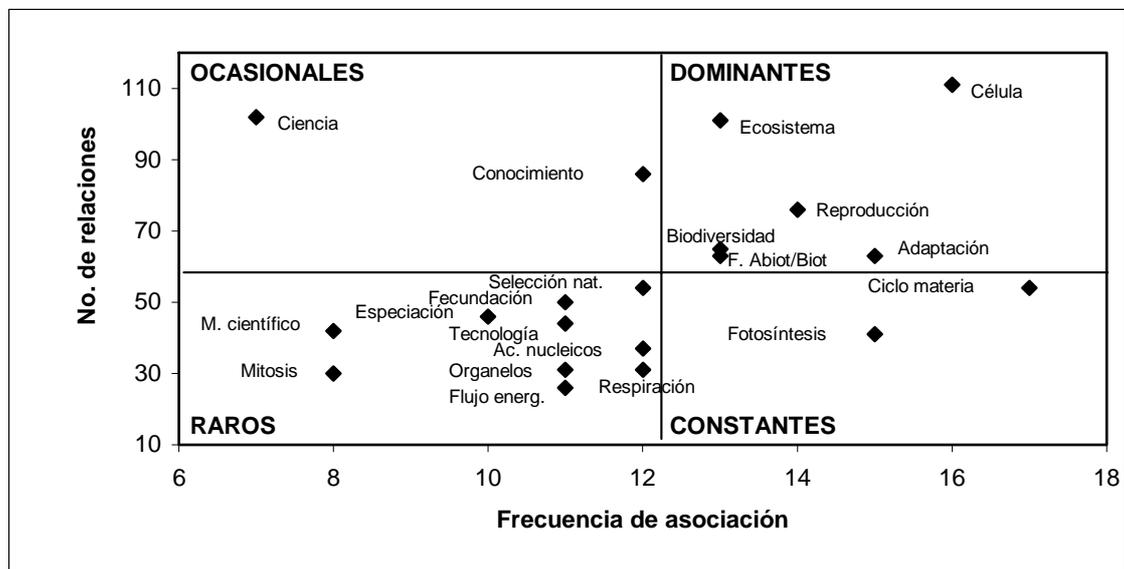
La tabla 4 muestra la clasificación de los conceptos de acuerdo a la prueba de Olmstead-Tukey para cada sector educativo. Al compararlos entre sí, se observa que existen palabras comunes entre los tres sectores: a) los conceptos dominantes son célula y ecosistema; b) el único concepto constante es la palabra fotosíntesis, c) de la misma manera el único concepto ocasional es la palabra ciencia; d) conceptos raros fueron las palabras ácidos nucleicos, organelos y especiación. Otra forma de representar la frecuencia de asociación y número de relaciones de los conceptos para cada sector educativo, es mediante una gráfica que los clasifique en dominantes, constantes, ocasionales y raros, lo cual facilita el análisis. La gráfica 1 es un ejemplo que muestra estas relaciones para el caso del sector educativo particular, de la misma manera se pueden graficar para los otros sectores educativos.

Analizando el orden jerárquico de los 20 conceptos, para cada uno de los mapas conceptuales elaborados por los alumnos de los diferentes sectores, se observó que el 48% de los mapas presenta una estructura que muestra una secuencia similar a la propuesta en el programa de estudio de Biología IV con relación al orden de sus unidades temáticas (Introducción al conocimiento científico, Bases de la ecología, Evolución y diversidad,

La continuidad de la vida, y El sistema vivo); el 19.7% de los mapas analizados, reflejó una secuencia siguiendo un orden de acuerdo a los niveles de organización, es decir, Introducción al conocimiento científico, El sistema vivo, La continuidad de la vida, Bases de la ecología, Evolución y diversidad; el 32.3% restante, presenta diferentes tipos de arreglo jerárquicos en la estructura de los mapas, (figura 1).

SEP	Conceptos ocasionales	Conceptos constantes	Conceptos raros
Conceptos Dominantes			
Célula	Ciencia	Adaptación	Tecnología
Ecosistema	Conocimiento	Fotosíntesis	Especiación
Reproducción	Biodiversidad	Fact. Bióticos, Abióticos.	Ciclo Materia
Fecundación	Método Científico	Respiración	Organelos
Selección natural		Mitosis	Ácidos nucleicos
		Flujo de energía	
Iniciación (UNAM)			
Célula	Ciencia	Fotosíntesis	Fecundación
Ecosistema	Conocimiento	Adaptación	Organelos
Tecnología	Reproducción	Ciclo materia	Flujo de energía
Biodiversidad	Método Científico		Mitosis
Selección natural			Especiación
			Respiración
			Fact. Bióticos, Abióticos.
			Ácidos nucleicos.
Particular.			
Célula	Ciencia	Ciclo materia	Selección natural
Ecosistema	Conocimiento	Fotosíntesis	Fecundación
Reproducción.			Método Científico
Biodiversidad			Especiación
Fact. Bióticos, Abióticos.			Tecnología
Adaptación			Ácidos nucleicos.
			Mitosis
			Organelos
			Flujo de energía
			Respiración

Tabla 4. Clasificación de los conceptos de Biología para cada sector educativo, utilizando la prueba de asociación Olmstead-Tukey.



Gráfica 1. Asociación de conceptos mediante la prueba Olmstead-Tukey para el sector educativo particular

4 Discusión y Conclusiones

Un primer punto de análisis, lo constituye el hecho de que los alumnos, de acuerdo con los resultados obtenidos, manejan en su estructura cognoscitiva una mayor proporción de relaciones de asociación entre los conceptos de ciencia. Probablemente la razón de esto es, el hecho de que diversas asignaturas (relacionadas o no con disciplinas científicas), también utilizan y enseñan términos relacionados con ciencia. Sin embargo habría que realizar otro tipo de estudios sobre la forma en que están aprendiendo y relacionando dicho concepto.

Lo que también sugieren estos resultados es que la propuesta del programa de Biología IV, en el sentido de que el primer bloque de conocimientos que aprenda el alumno debe estar relacionado con ciencia es adecuada, ya que es consistente con la directriz del constructivismo de que al alumno se le facilitará aprender el conocimiento si posee algunas ideas y asociaciones previas así como iniciar de lo concreto a lo abstracto.

La tabla de Olmstead- Tukey apoya la propuesta anterior, ya que la palabra ciencia es mencionada frecuentemente, pero asociada con pocos términos, por lo que el esfuerzo del docente se dirigirá hacia establecer estas relaciones que permitieran que el concepto de ciencia se ubicara de ser una palabra ocasional a una dominante.

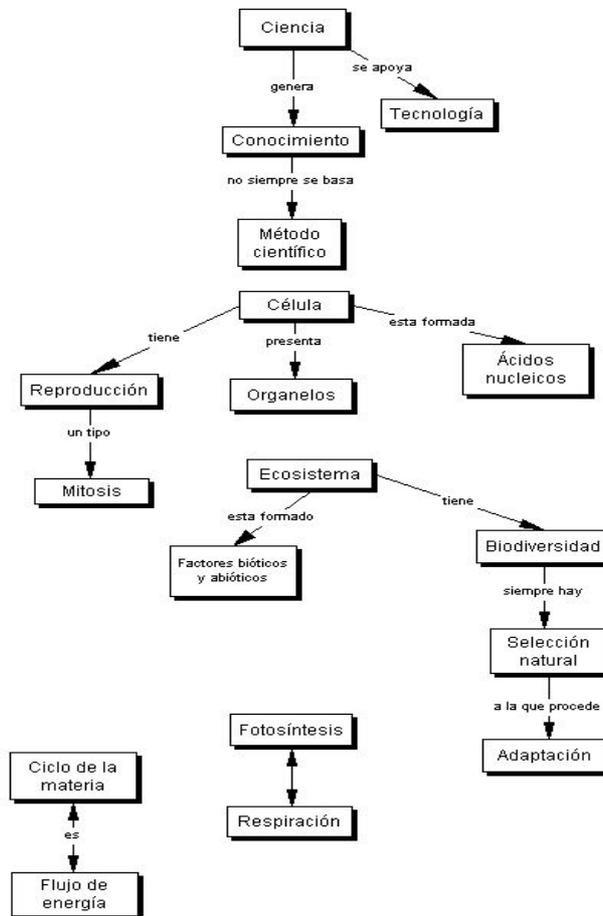


Figura 1. Ejemplo de un mapa conceptual elaborado por un alumno (Jesús, 17 años de edad, Colegio México), en donde se muestra el orden jerárquico de los conceptos

Con relación a los conceptos dominantes, que son célula y ecosistema, se plantea una disyuntiva; el programa de Biología IV sugiere que el segundo bloque de conocimientos este relacionado con Ecología. Sin embargo, de acuerdo con la tabla de Olmstead-Tukey, también existe la posibilidad de continuar con el bloque de conocimientos que este relacionados con Ecología. Sin embargo, de acuerdo con las tablas de Olmstead-Tukey, también existe la posibilidad de continuar con el bloque de conocimientos relacionado con célula, pero que en el caso del programa de Biología IV se sugiere que sea el último bloque. Con base únicamente en esta prueba, el hecho de que conceptos como organelos y ácidos nucleicos sean manejados como raros por los alumnos, sugieren que quizá sea más difícil empezar como segundo bloque con célula. La palabra fotosíntesis, que es un concepto constante, lo mismo puede ser manejada para integrar el bloque de célula que el de Ecología, aunque los alumnos lo relacionan más con este último.

Al respecto, la secuencia seguida en los mapas conceptuales que elaboraron los alumnos, también apoya el punto de vista del programa de Biología IV. Así mismo, refleja que un porcentaje importante de alumnos esta familiarizado con la secuencia de un segundo bloque de conocimientos relacionados con célula. Una conclusión definitiva requiere de una mayor evidencia cualitativa y cuantitativa.

5 Bibliografía

- Al-kunifed, A. y Wandersee, J. (1990). One hundred references related to concept mapping. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(10): 1069-1075pp.
- García de León, L. A., (1988) *Generalidades del análisis de cúmulos y del análisis de componentes principales*. Instituto de Geografía, UNAM.
- Moreira, M. (1988). Mapas conceptuales en la enseñanza de la física. *Revista Contactos*, UAM-Iztapalapa. 3(2): 38-57pp.
- Novak, J. (1990). Concept mapping: a useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(10): 937-949.
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martín, I., Molina, A., Rodríguez, A. y Vélez, U. (2001). *Mapas conceptuales una técnica para aprender*. Narcea. España.
- Shavelson, R. J. (1993). *On concept maps as potencial "authentic" assessment in science. indirect approaches to knowledge representation of high school science*. National Center for Angeles, CA. 33pp.
- Sokal, R., y Rohlf, F. (1985) *Biometry*. W. H. Freeman and Company. USA.
- Wallace, J.D. y Mintzes, J. J. (1990). The concept maps a research tool: exploring conceptual change in biology. *Journal of Rresearch in ScienceTeaching*. 27(10): 1033-1052pp.
- Zar, J.H. (1974). *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. USA.