



Análisis comparativo de herramientas para la evaluación de mapas conceptuales¹

Comparative analysis of tools for concept map assessing

Eje temático: Competencias claves para el siglo XXI

Ernest Prats

Universitat de les illes Balears – Grupo de Tecnología Educativa (GTE-UIB)

ernest.prats@uib.es

Resumen

La presente investigación se inicia con la conceptualización de Novak y Gowin sobre los mapas conceptuales. La evaluación de los mapas conceptuales ha sido un tema habitual en los estudios sobre el tema, y en él no centramos. El estudio se basa en mapas conceptuales realizados en una actividad en línea de formación permanente del profesorado de niveles no universitarios en las islas Baleares (España). Se han aplicado tres instrumentos distintos: El modelo de Novak y Gowin, la rúbrica de evaluación semántica y la taxonomía topológica, estos dos últimos desarrollados por Miller en el marco del proyecto Conéctate al Conocimiento (Panamá). Se han realizado cambios en los instrumentos, y se han analizado los resultados obtenidos. Se considera que los tres instrumentos son válidos, con diferentes limitaciones en cada uno de ellos. Los resultados de la investigación se consideran buenos, y se propone seguir la misma con la creación de un nuevo instrumento de evaluación.

Abstract

This research begins with the conceptualization of Novak and Gowin on concept maps. The evaluation of the concept mapping has been a common theme in the literature on the topic and do not focus on it. The study is based on concept

¹ Esta comunicación se basa en nuestro TFM en Tecnología Educativa: e-learning y gestión del conocimiento titulado "La evaluación de mapas conceptuales: un caso práctico Se puede consultar en: <http://goo.gl/LFwXtq>

mapping made in an online activity of service teacher training of non-university level in the Balearic Islands (Spain). They have used three different instruments: The model Novak and Gowin, the semantic evaluation rubric and the topological taxonomy, the latter two developed by Miller under the Conéctate al Conocimiento Project (Panama). It has made changes to the instruments, and analyzed the results. It's considered that the three instruments are valid, with different constraints on each. The research results are considered good, and it intends to continue with the creation of a new assessment tool.

Palabras clave (máx. 5 palabras): Aprendizaje visual, Aprendizaje en línea, Formación de docentes en activo, Enseñanza asistida por ordenador

Keywords: Visual learning, Electronic learning, Inservice teacher education, Computer assisted instruction

Formato: Comunicación a presentar de forma virtual

1.- Introducción

Existe una cierta confusión en torno a lo que es un mapa conceptual (a partir de ahora, mc). Muchas veces encontraremos que se presenta como mc aquello que en realidad es un mapa mental, o cualquier otra forma de representación gráfica del conocimiento.

Cuando hablamos de mc nos referimos a aquellos que fueron utilizados por primera vez por Josep D. Novak y su equipo en 1972 (Novak y Cañas, 2006), y que posteriormente fueron definidos por Novak y Gowin en 1984. Según estos autores (1988):

Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre *conceptos* en forma de proposiciones. Una *proposición* consta de dos o más elementos conceptuales unidos por *palabras* para formar una unidad semántica. (p. 33)

En esta definición figuran los tres elementos fundamentales de un mc: *proposiciones, conceptos y palabras de enlace*. De todas maneras, la definición ha ido evolucionando y se le han añadido nuevas características (Cañas y Novak, 2004; Novak y Cañas, 2015)

En base a las fuentes citadas, podemos considerar que las características que debe presentar un mc, son:

1. **Estructura formada por proposiciones.** Éstas deben presentar siempre la estructura Concepto - Palabra de enlace - Concepto. Las palabras de enlace no se pueden eliminar, y las proposiciones deben ser unidades semánticas (por tanto, han de tener sentido propio).
2. **Estructura jerárquica.** Los conceptos más generales deben situarse en la parte superior, y cuando se desciende se van haciendo más específicos. No es válido un mc que tenga su concepto principal en el centro del mismo (cosa que sí lo es para los mapas mentales).
3. **Pregunta de enfoque.** Antes de empezar a crear un mc, debe establecerse el contenido que ha de tener este. Por este motivo, todos los mc deben responder siempre a una pregunta de enfoque.

4. **Enlaces cruzados.** Son los que se dan entre conceptos de diferentes partes de un mc. La creación de enlaces cruzados no es sencilla, por lo que su existencia debe considerarse como un factor de “calidad” del mc.
5. **Fundamentación teórica.** Los mc tienen una sólida fundamentación teórica, basada en el aprendizaje significativo de David Ausubel (Ausubel, Novak, y Hanesian, 1983) y su posterior adaptación por parte de Joseph D. Novak. Hay otras formas de representar gráficamente el conocimiento, e incluso autores que discrepan de algunas de las características mencionadas. Es por ello que cuando hablamos de mc nos referimos a aquellos que se *basan en la teoría de Novak*, que está en constante evolución.

2. La evaluación de mapas conceptuales

La mayoría de los estudios realizados sobre mc demuestran que su uso contribuye a la mejora del conocimiento del alumnado. Es por ello que el uso de los mc como herramienta de evaluación ha generado una gran cantidad de literatura científica. En la misma obra de Novak y Gowin antes mencionada (1988) ya se dice:

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 puntúan los mapas conceptuales elaborados por los niños? (p.120)

Como un análisis de todos los instrumentos existentes sería prácticamente imposible, después examinar una parte representativa de ellos, hemos decidido seleccionarlos a partir de cuatro fuentes bibliográficas distintas:

1. **Novak y Govin (1988):** En esta obra ya se trata el tema de la evaluación de mc y se presenta un primer instrumento de evaluación de los mismos.
2. **Recopilación de la bibliografía existente sobre mc del IHMC (Institute for Human and Machine Cognition) (Novak y otros, 2003):** Este estudio incluye un apartado dedicado a la evaluación de mc. La mayoría de las fuentes analizada en él se basan en el modelo de evaluación en la propuesta de Novak y Gowin antes mencionada, modificando los criterios de puntuación, o analizándolos desde diferentes de vista.

3. **Criterios para evaluar mc** (Strautmane, 2012): Se analizan los instrumentos existentes para el análisis de mc basados en tareas y se los clasifica en tres grandes grupos (basados en criterios, basados en componentes y basados en otros criterios).
4. **Instrumentos del proyecto Conéctate al Conocimiento**: El proyecto conéctate al Conocimiento (Tarté, 2006) se desarrolló en Panamá entre los años 2004 y 2009. En la formación del profesorado participó el IHMC (creadores del programa para elaborar mc CmapTools), y uno de los fundamentos de la misma fue el aprendizaje significativo de Ausubel. En diferentes Congresos de Mapas Conceptuales (CMC) se han presentado distintas comunicaciones relacionadas con el proyecto y Miller (2008) centró su tesis doctoral en el mismo.

Después de analizar los documentos mencionados, se ha optado por emplear tres instrumentos: el propuesto por Novak y Gowin y los creados por Miller, antes citados.

Los instrumentos seleccionados se pueden clasificar en dos grandes grupos, según que aspecto de los mc analizan:

- Topológicos: Son aquellos se centran en la estructura del mc.
- Semánticos: Son los que analizan los contenidos del mc.

3. Contextualización y selección de la muestra

Los mc utilizados para en la investigación provienen de una actividad de aprendizaje en línea destinada al profesorado en activo de todos los niveles de enseñanza no universitaria de las Islas Baleares (España).

El curso, elaborado en lengua catalana, lleva como título *Elaboració de mapes conceptuels amb CmapTools* (*Elaboración de mapas conceptuales con CmapTools*), y se ha realizado en 19 ocasiones, entre los años 2007 y 2014 (total muestra n=405). La investigación que presentamos se basa en un grupo, elegido al azar, Cmap06, con n=24. Los mc conceptuales de la muestra se han como tales, al margen de las circunstancias profesionales y personales de sus autores.

4. Aplicación de los instrumento

Para la aplicación de los tres instrumentos, se ha seguido siempre el mismo proceso:

1. *Fase cualitativa 1*: Se examinan los mc, aplicando manualmente a cada

uno de ellos los criterios de evaluación del instrumento. Este proceso de repite dos veces, para evitar errores.

2. *Fase cuantitativa 1*: Los resultados se introducen en una hoja de cálculo, y exportan al programa SPSS. Se aplican distintas fórmulas, calculando la tendencia central y la dispersión. A partir de los resultados obtenidos, se reexaminan los instrumentos y se modifican en aquellos aspectos que se considera necesario.
3. *Fase cualitativa 2*: Se aplican de nuevo los instrumentos a los mc, centrándose en las modificaciones introducidas.
4. *Fase cuantitativa 2*: Los datos obtenidos son exportados nuevamente al programa SPSS, para proceder al análisis de resultados.

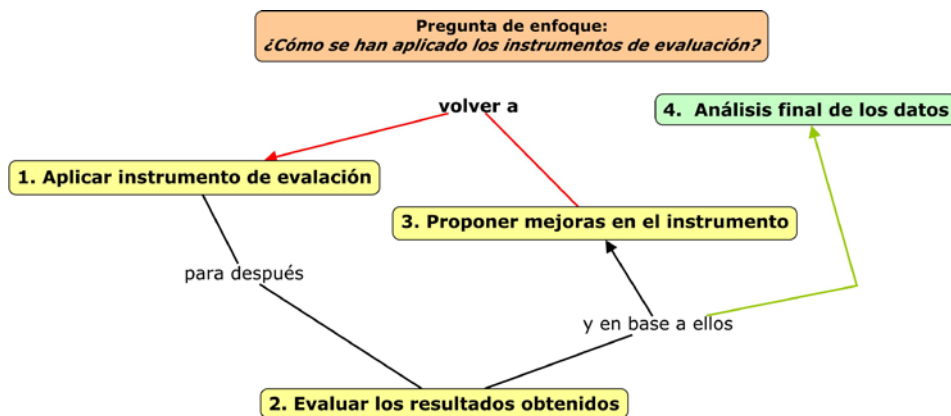


Figura 1 Proceso de aplicación de los instrumentos (elaboración propia)

5. Análisis de los resultados obtenidos

5.1. Novak y Gowin

Se trata, como se ha indicado anteriormente, del primer instrumento publicado. Es un instrumento sencillo, que ha sido modificado posteriormente por otros autores. Hemos optado por utilizar el instrumento original y hacer luego modificaciones en el mismo. Los criterios de evaluación aplicados han sido (Novak y Gowin, 1988):

- **Proposiciones** (llamadas relaciones): 1 punto por cada proposición válida.
- **Jerarquía**: 5 puntos por cada nivel jerárquico válido.
- **Enlaces cruzados**: 10 puntos a los que son significativos y a los que aportan nada nuevo al conjunto.
- **Ejemplos**: 1 punto por cada ejemplo.

Los cambios que se han introducido en el instrumento entre las fases 1 y 2 antes

mencionadas, han sido:

- Añadir el criterio **Recursos asociados a los conceptos**, y otorgar 0,5 puntos a cada uno de ellos.
- Establecer una **categorización**, para poder clasificar los mc para facilitar su estudio, y establecer comparaciones con los otros instrumentos.

Por lo que se refiere al análisis de los resultados obtenidos, hay que destacar que el grado de dispersión de los resultados es muy elevado, al no establecerse límites en los valores. A partir de la categorización que hemos añadido a los criterios de evaluación, se ha podido comprobar una alta centralidad en los resultados obtenidos. Podríamos hablar de una calidad intermedia-alta de los mismos, tal como puede verse en la Figura 2.

5.2. Taxonomía topológica

La taxonomía topológica, utilizada en el marco del proyecto Conéctate al Conocimiento para analizar los mc de docentes, permite el análisis estructural de los mismos (Cañas y otros, 2006).

Tiene un total de siete niveles (0 a 6), para los cuales se valoran cinco criterios:

1. **Uso de conceptos en lugar de fragmentos de texto:** Se incluye para diferenciar la inclusión de conceptos (en el sentido estricto) de aquellos que están formados por simples fragmentos de texto.
2. **Establecimiento de relaciones entre conceptos:** Se valora la existencia de las palabras de enlace.
3. **Grado de ramificación:** Una ramificación existe cuando desde un concepto o palabra de enlace surgen dos o más líneas de conexión.
4. **Profundidad de la jerarquía:** Se calcula contando el número de enlaces que hay entre el concepto principal y aquel que está más alejado de él.
5. **Existencia de enlaces cruzados:** Ya se han explicado con anterioridad.

Para poder pertenecer a una determinada categoría, el mapa debe cumplir todos los requisitos marcados para ella, a pesar de que por puntuación podría pertenecer a una superior.

El cambio introducido en el instrumento entre las fases 1 y 2 antes mencionadas, ha sido la inclusión de un nuevo criterio, destinado evaluar la existencia de **Recursos asociados a los conceptos**. Se han variado también los criterios de asignación por niveles, y la existencia de recursos sólo se evalúa a partir del

cuarto nivel. Como en el caso del instrumento anterior, los resultados de la categorización muestran una tendencia a la centralidad, tal como puede verse en la Figura 3. Si comparamos ambas gráficas, veremos que existen similitudes entre ellas.

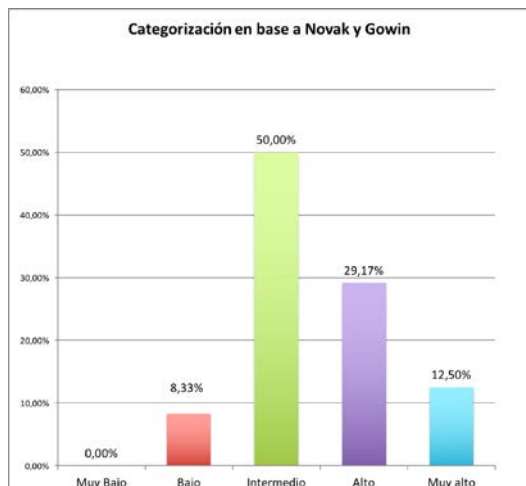


Figura 2 Categorización instrumento Novak y Gowin (elab. propia)

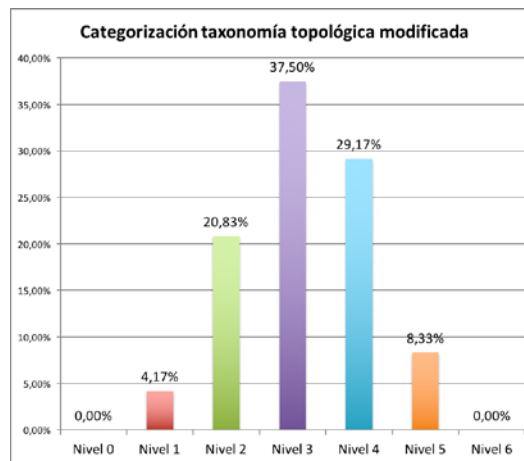


Figura 3 Categorización instrumento taxonomía topológica (elab. propia)

5.3. Rúbrica de evaluación semántica

Este instrumento analiza los contenidos de los conceptos. Por tanto, su aplicación es siempre más complicada que en los dos anteriores. Su uso es complejo, con unas extensas instrucciones para los aplicadores. Existen dos variantes del instrumento, que difieren en el último criterio.

Los criterios que se deben evaluar son los siguientes:

- 1) **Relevancia y exhaustividad de los conceptos:** Este criterio, como el siguiente, presenta un importante componente de subjetividad, y depende de la formación del autor del mc y de la tipología de éste.
- 2) **Las proposiciones como unidades semánticas independientes:** Las proposiciones son la base de los mc, y por ello debe estar correctamente estructuradas, y tener sentido propio.
- 3) **Presencia de proposiciones erróneas (errores conceptuales):** Permite detectar aquellas proposiciones que son falsas (o erróneas) en base a un criterio objetivo.
- 4) **Presencia de proposiciones dinámicas:** Se puede considerar que existe una proposición dinámica cuando existe algún tipo de acción o relación de dependencia. La identificación y clasificación de las proposiciones dinámicas no

es sencilla, y requiere un buen conocimiento de la herramienta (Miller y Cañas, 2008).

5) **Cantidad y calidad de los enlaces cruzados:** Se debe analizar si se han establecido de forma correcta, atendiendo a su contenido.

6a) **Presencia de ciclos:** Los ciclos son circuitos cerrados guiados por puntas de flecha. Pueden formar parte de un mc o ser independientes (Safayeni, Cañas, y Derbentseva, 2005). De todas formas, los propios creadores del instrumento cuestionan la efectividad de este criterio (Miller y Cañas, 2008).

6b) **Jerarquía de conceptos (opcional):** Se evalúa la estructura interna del mc y que la jerarquía de los conceptos sea correcta desde un punto de vista de los contenidos.

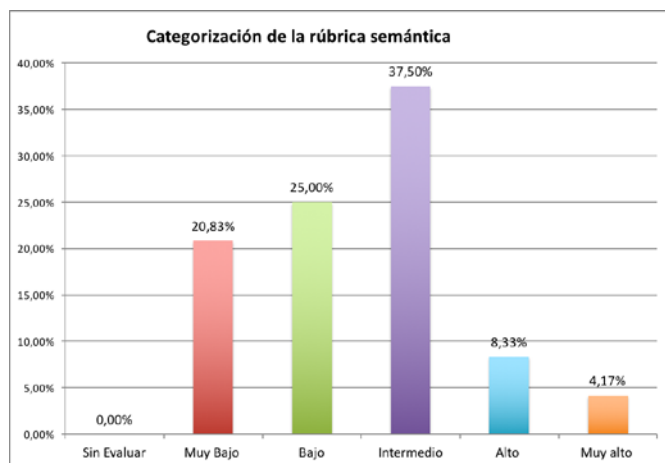


Figura 4 Categorización rúbrica eval. semántica (elab. propia)

Este instrumento fue el de aplicación más compleja, por la dificultad del mismo y por aplicar algunos criterios que sólo se presentan en mc avanzados, no en los de aquellos que están aprendiendo a crearlos (como era el caso de nuestra muestra). Los criterios (6a) y

(6b) se aplicaron al mismo tiempo, y se descartó el (6a) al no existir ningún mc que lo presentase. Hubo dos criterios que tuvieron unos resultados bajos: la existencia de proposiciones dinámicas y la de enlaces cruzados. Por lo que refiriere a los resultados del conjunto del instrumento, fueron inferiores a los de los dos anteriores, al ser más difícil establecer una estructura semántica correcta.

6. Conclusiones

Después de analizar los resultados por cada instrumento de forma individual, vamos establecer algunas conclusiones que permitan la comparación entre ellos.

a) **Usabilidad:** El instrumento más sencillo de usar es el de Novak y Gowin, pero también el que presenta resultados más dispares, al no establecer límites en los valores. La taxonomía topológica es útil pero es un instrumento cerrado. La rúbrica semántica es de lenta y compleja aplicación.

- b) **Resultados obtenidos:** La taxonomía topológica y la rúbrica semántica otorgan un resultado final y permiten un análisis individual de los criterios. El instrumento de Novak y Gowin presenta grandes oscilaciones de valores y evalúa algunos aspectos que, quizás, no son prioritarios.
- c) **Usuarios de la herramienta:** El instrumento de Novak y Gowin puede ser aplicado por cualquier docente e incluso por alumnos de los últimos cursos de educación secundaria. La taxonomía topológica y la rúbrica semántica son instrumentos de investigación, que deben ser aplicados por expertos.
- d) **Validez de los resultados obtenidos:** El análisis de los tres instrumentos nos lleva a concluir que *los tres instrumentos son perfectamente válidos, y que ofrecen unos resultados fiables, e incluso comparables entre ellos*, estableciendo siempre la diferenciación entre instrumentos topológicos y semánticos.

7. Futuras líneas de investigación

La investigación que presentamos es el primer paso de otra más amplia, que pretende la creación de un nuevo instrumento de evaluación, en forma de rúbrica, que recoja aspectos topológicos y semánticos y que se pueda aplicar a diferentes niveles educativos.

8. Agradecimientos

Al doctor Jesús M. Salinas, que me ha guiado en todo el proceso y actualmente dirige mi tesis doctoral, y a toda la comunidad de Cmappers.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D.P., Novak, J.D., y Hanesian, H. (1983). Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trillas.
- Cañas, A.J., Novak, J.D., Miller, N.L., Collado, C., Rodríguez, M., Concepción, M., y otros (2006). Confiabilidad de una Taxonomía Topológica para Mapas Conceptuales. En A.J. Cañas y J.D. Novak (Eds.), *Second Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 153–161). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Consultado en <http://eprint.ihmc.us/149/>
- Cañas, A.J., y Novak, J.D. (2004). Building on New Constructivist Ideas & CmapTools to Create a New Model for Education. En A.J. Cañas, J.D. Novak, y F. González (Eds.), *First Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 469–476), Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.

- Consultado en <http://eprint.ihmc.us/114/>
- Miller, N.L. (2008). *An exploration of computer-mediated skill acquisition in concept mapping by in-service Panamanian public elementary schoolteachers*. UOC, Barcelona.
- Miller, N.L., & Cañas, A.J. (2008). A Semantic Scoring Rubric for Concept Maps: Design and Reliability. En A.J. Cañas, P. Reiska, M.K. Ahlberg, & J. D. Novak (Eds.), *Third Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 60–67). Tallinn, Estonia: Tallinn University.
- Novak, J.D., y Cañas, A.J. (2006). The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. *Information Visualization*, 5(3), 175–184. <http://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126>
- Novak, J.D., y Cañas, A.J. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 6–19.
- Novak, J.D., y Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Novak, J.D., Hoffman, R.R., Coffey, J.W., Carnot, M.J., Feltovich, P., Feltovich, J., y Cañas, A.J. (2003). A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support, 108. Consultado en <http://goo.gl/2ac3Z9>
- Safayeni, F., Cañas, A.J., y Derbentseva, N. (2005). A theoretical note on concepts and the need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741–766. <http://doi.org/10.1002/tea.20074>
- Strautmane, M. (2012). Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and their Scoring Criteria: an Overview. En A.J. Cañas, J.D. Novak, y J. Vanhear (Eds.), *Fifth Int. Conference on Concept Mapping*, (Vol. 1, pp. 80–88). University of Malta. Consultado en <http://eprint.ihmc.us/219/>
- Tarté, G. (2006). *Conéctate al Conocimiento: Una Estrategia Nacional de Panamá Basada en Mapas Conceptuales*. En A.J. Cañas y J.D. Novak (Eds.), *Second Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 144–152). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Consultado en <http://eprint.ihmc.us/159/>