

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 puntúan 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.

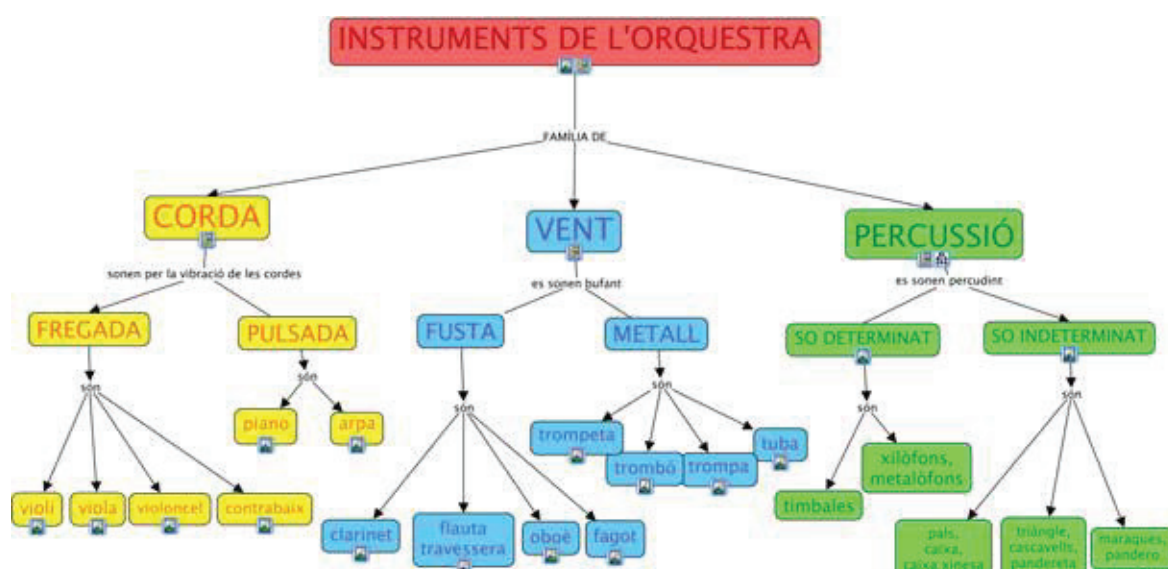


Figura 1: MC del curso, dedicado a los instrumentos de la orquesta

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 vídeo-tutoriales y vídeo-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 de 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.

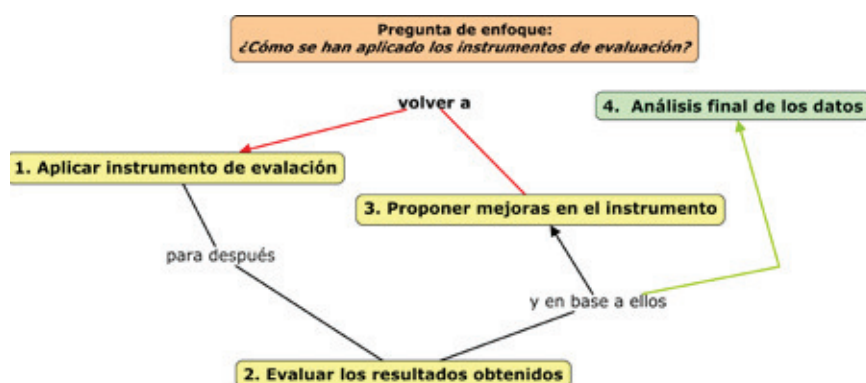


Figura 2: Proceso de aplicación de los instrumentos de evaluación

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.

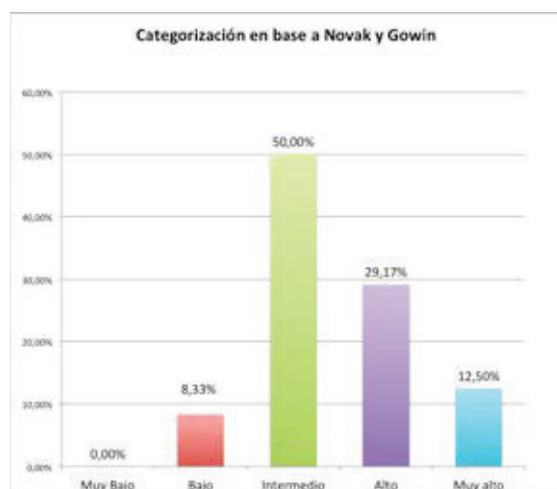


Figura 3. Resultados obtenidos con el instrumento de Novak y Gowin modificado

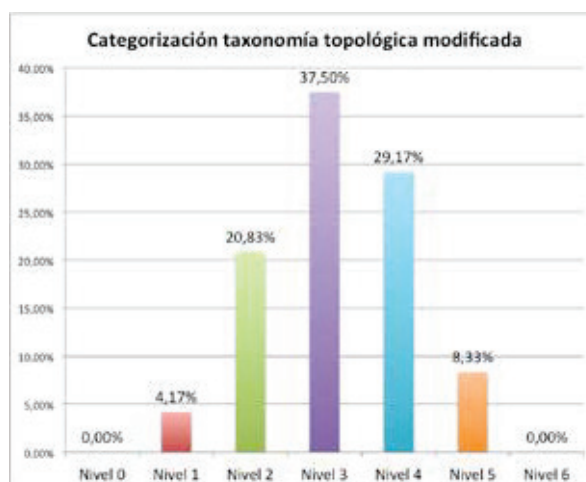


Figura 4. Resultados obtenidos con la taxonomía topológica modificada

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.

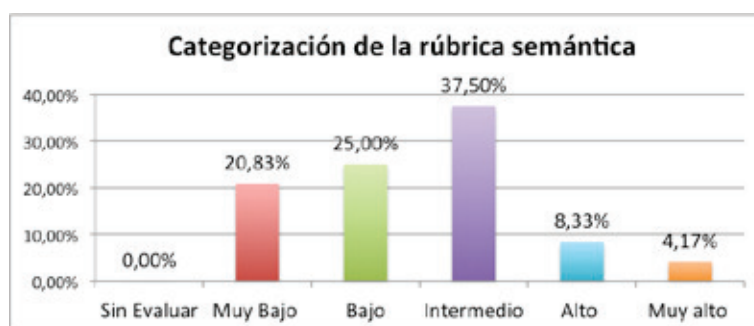


Figura 5. Resultados obtenidos con la rúbrica de evaluación semántica

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 conceptuais 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/>