

ISSN: 1135-9250

EDUTEC



EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 56 / Junio 2016

## HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES: UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

### TOOLS FOR THE ASSESSMENT OF CONCEPT MAPS: AN INITIAL APPROACH

Ernest Prats García; [ernest.prats@uib.es](mailto:ernest.prats@uib.es)

Universidad de las Islas Baleares

#### 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. 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).

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje visual, aprendizaje en línea, formación de docentes en activo, enseñanza asistida por ordenador.

#### 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. 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).

**KEYWORDS:** Visual learning, electronic learning, inservice teacher education, computer assisted instruction.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es habitual encontrar, incluso en la literatura científica, un cierto confusiónismo entre lo que es un mapa conceptual (a partir de ahora, mc), y otras formas de representación gráfica del conocimiento. De hecho, muchas veces se nos presentan mapas mentales, organigramas y otros modelos como mc, cuando en realidad no lo son. Por ello, estableceremos las características definitorias los hacen diferentes del resto.

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, 2015; Novak y Cañas, 2004).

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

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 en ningún caso. Son, de hecho, uno de los elementos definitorios de los mc. En cambio, los mapas mentales no utilizan palabras de enlace. 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 (Novak, Ausubel, 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.

### 3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo la presente investigación, se partió de la pregunta ¿Cómo se pueden evaluar los mc?. Para poder responder a ella, se siguieron las siguientes fases:

1. Análisis de instrumentos existentes. Después de un primer estudio de la bibliografía existente, y vista la gran cantidad de información disponible, se optó por centrarnos en tres de ellos.
2. Selección de la muestra. Del conjunto de la población existente se optó por seleccionar un grupo de alumnos (n=24) para aplicar y modificar los instrumentos seleccionados en la fase anterior.
3. Aplicación de los instrumentos. Los tres instrumentos que finalmente fueron seleccionados aplicaron al grupo muestra. Se analizaron los resultados obtenidos y se procedió, siempre que fuese necesario, a mejorar los instrumentos. A continuación, se volvieron a analiza los resultados.
4. Extracción de conclusiones. A partir del análisis de los datos obtenidos, se procedió a la elaboración de una serie de conclusiones. Estas han de servir de base para estudios futuros, centrados en la elaboración de un nuevo instrumento de evaluación.

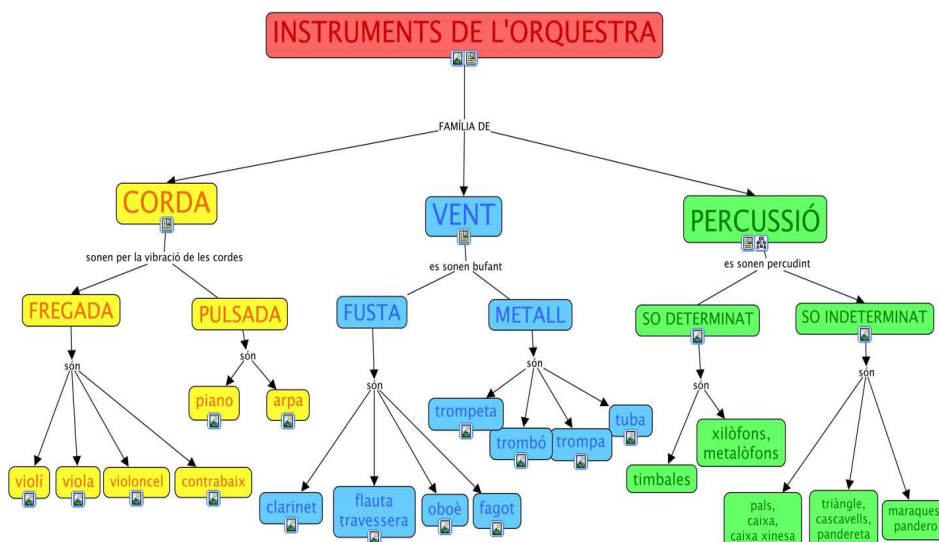


Figura 1- Uno de los mapas conceptuales que formaban parte de la muestra

## 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. Ha servido como base a otros.
2. **Recopilación de la bibliografía existente sobre mc del IHMC (Institute for Human and Machine Cognition)** (Hoffman y otros, 2003): Este estudio incluye un apartado dedicado a la evaluación de mc. La mayoría de las fuentes analizadas 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. Nos ha sido de especial utilidad una de las propuestas analizadas (McClure, Sonak, y Suen, 1999), por la comparación que hace entre diferentes instrumentos.
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 en el marco del proyecto Conéctate al Conocimiento, antes citados (taxonomía topológica y rúbrica de evaluación semántica).

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. Se interesan en aspectos formales, como el número de conceptos, la existencia de palabras de enlace, la correcta jerarquización de las proposiciones... El propuesto por Novak y Gowin y la taxonomía topológica.
- *Semánticos*: Son los que analizan los contenidos del mc. Es por ello que este tipo de instrumentos se centran en aspectos como la relevancia de los conceptos, las proposiciones como unidades semánticas independientes, la calidad de los enlaces cruzados... En este grupo estaría la rúbrica de evaluación semántica.

#### 4. CONTEXTUALIZACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Los mc utilizados para en la investigación provienen de una actividad de aprendizaje en línea destinada al profesorado de las Islas Baleares (España).

El curso 1999-2000, la Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears decidió poner en funcionamiento un programa de formación a distancia destinado al profesorado no universitario. De entre las razones que llevaron a poner en funcionamiento el programa cabría destacar el hecho de que tratarse de unas islas, de diferente tamaño y población, no se podían realizar según que tipo de actividades de forma presencial, o que éstas tuviesen un número muy bajo de participantes.

En nuestro caso, como autores, entre otros materiales, del curso *Elaboració de mapes conceptuais amb CmapTools* (Elaboración de mapas conceptuales con CmapTools) (Prats, 2007). Todos los mc que se utilizan en el presente estudio, fueron creados por los alumnos del mencionado curso, a lo largo de 17 ediciones, con una población total de n=382.

El hecho de que los profesores participantes en los cursos fuesen de cualquier nivel educativo de la educación obligatoria implicaba que, en un mismo curso, podrían coincidir profesorado de educación infantil (3-6 años) con aquellos que imparten clases en bachillerato (16-18 años). Al diseñar el curso, nos vimos obligados a tener este factor en cuenta, y no se podían proponer actividades destinadas a un determinado colectivo

Para la realización de este estudio, se decidió seleccionar uno de los grupos, al azar. El grupo seleccionado fue el Cmap07 en que n=24. Queremos señalar que los mc se han analizado al margen de datos correspondientes a sus autores. No nos interesaban variables como nivel educativo, sexo, edad u otras. Nuestro centro de interés eran los mismos mc.

#### 5. APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

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

- *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.
- *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.
- *Fase cualitativa 2:* Se aplican de nuevo los instrumentos a los mc, centrándose en las modificaciones introducidas.
- *Fase cuantitativa 2:* Los datos obtenidos son exportados nuevamente al programa SPSS, para proceder al análisis de resultados.

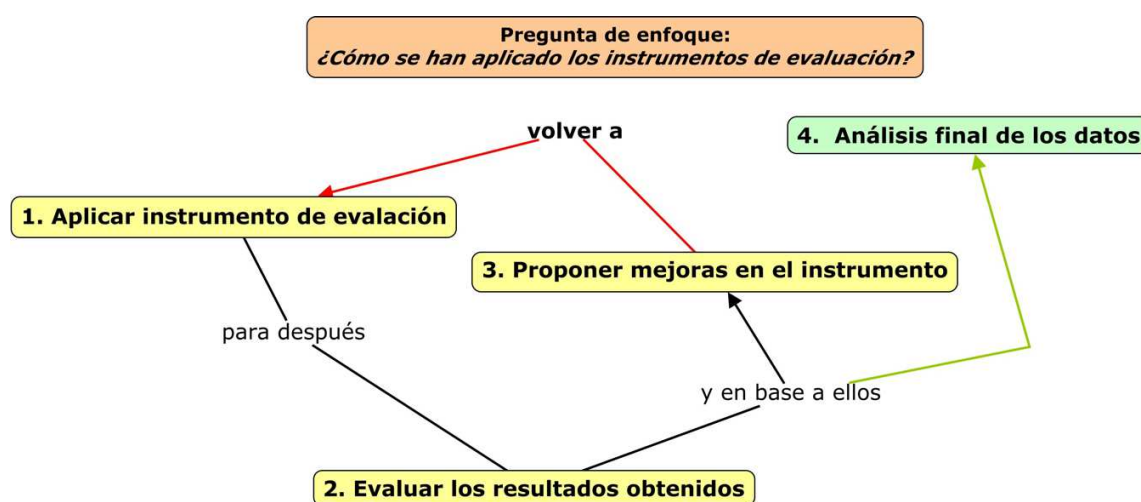


Figura 2 - Proceso seguido para la aplicación de los instrumentos

## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1 Instrumento de Novak y Gowin

Se trata, como se ha indicado anteriormente, del primer instrumento publicado (Novak y Gowin, 1988). 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):

- **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.

Fue el primer instrumento publicado (1984) para la evaluación de mapas conceptuales, y fue creado por Joseph D. Novak (Novak y Gowin, 1988). 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.

	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

Tabla 1 - Análisis estadístico de la 2ª aplicación del instrumento de Novak y Gowin (elaborado con SPSS)

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. Los resultados pueden verse en la figura 3.

## 6.2 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 y otros, 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.

	Concept.	Frases 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

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

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:

- No hay recursos
- Entre 1 y 10 recursos.
- 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 4, 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.

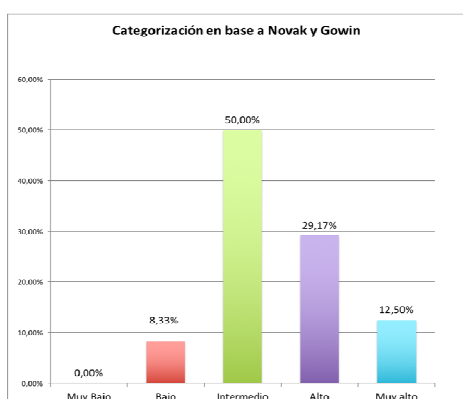


Figura 3 - Resultados obtenidos con el instrumento de Novak y Gowin modificado

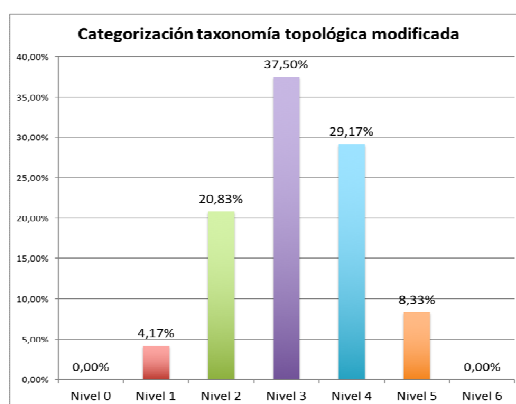


Figura 4 - Resultados obtenidos con la taxonomía topológica modificada

### 6.3 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 (Cañas y Miller, 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 y Derbentseva, 2005). De todas formas, los propios creadores del instrumento cuestionan la efectividad de este criterio (Cañas y Miller, 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.

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 (Cañas y Miller, 2008; Miller, 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 y

Derbentseva, 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.

	Concep.	Estruc. Propos.	Prop. Errón.	Prop. Dinám	Enlac. Cruz.	Jerar. Conc.	Total	Nivel
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

Tabla 3 - Análisis estadístico de la aplicación de la rúbrica de evaluación semántica (Elaborado con SPSS)

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.

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.

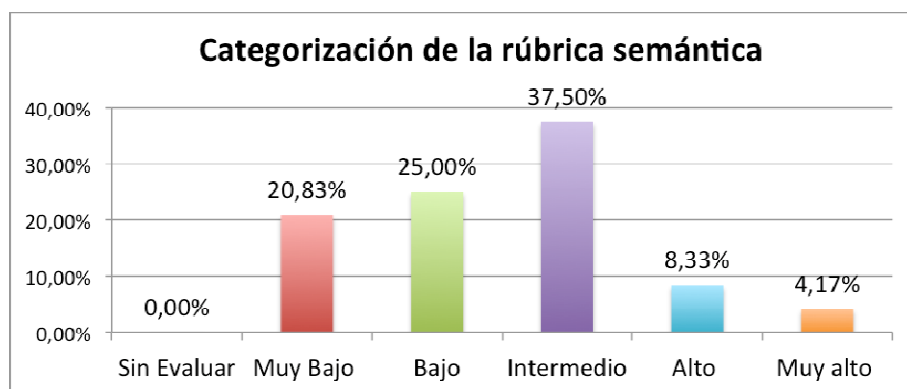


Figura 5 - Resultados obtenidos con la rúbrica de evaluación semántica

## 7. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS EN SU CONJUNTO

### 7.1 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.
- 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.

## 8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

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

## 9. REFERENCIAS

- CAÑAS, A. J. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper?, *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 6–19
- CAÑAS, A. J., Y MILLER, N. L. (2008). A Semantic Scoring Rubric for Concept Maps: Design and Reliability. Presented at the Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping. Consultado en <http://goo.gl/JFfhOy>
- HOFFMAN, R. R., FELTOCICH, J., FELTOVICH, P., CARNOT, M. J., COFFEY, J. W., NOVAK, J. D., Y J, C. A. (2003). *A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support* (p. 108). Consultado en <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/ConceptMapLitReview/IHMC Literature Review on Concept Mapping.pdf>
- MCCLURE, J. R., SONAK, B., Y SUEN, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality, *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*. UOC, Barcelona.
- NOVAK, J. D., Y CAÑAS, A. J. (2004). Building on New Constructivist Ideas y CmapTools to Create a New Model for Education. In A. J. Cañas, F. González, F. M. González, y J. D. Novak (Eds.), *First Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 469–476). Universidad Pública de Navarra.
- NOVAK, J. D., Y GOWIN, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

NOVAK, J. D., AUSUBEL, D. P., Y HANESIAN, H. (1983). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trillas.

PRATS, E. (2007). Materials de formació. Elaboració de mapes conceptuais amb CMapTools. Palma: Conselleria d'Educació i Cultura. Govern de les Illes Balears. Consultado en <http://weib.caib.es/Formacio/distancia/Material/cmap/guia.htm>

SAFAYENI, F., 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, 1, 80–88. Consultado en <http://eprint.ihmc.us/219/>

TARTÉ, G. (2006). Conéctate al Conocimiento: Una Estrategia Nacional de Panamá Basada en Mapas Conceptuales, 1, 144–152. Consultado en <http://eprint.ihmc.us/159/>

The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. (2006). *Information Visualization*, 5(3), 175–184. <http://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126>

#### Para citar este artículo:

Prats, E. (2016). Herramientas para la evaluación de mapas conceptuales: una primera aproximación. *EDUtec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 56. Recuperado el dd/mm/aa de <http://www.edutec.es/revista>