

¿SE PUEDE EVALUAR CUANTITATIVAMENTE MEDIANTE LA VALORACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES?

Gil Llinás, J. y Solano Macías F. Universidad de Extremadura, España, juliagil@unex.es

Abstract. Desde hace años se viene estudiando la evaluación del aprendizaje de los alumnos mediante la elaboración de mapas conceptuales. En este trabajo se ha iniciado a los alumnos de primer curso de ingenierías en la elaboración de mapas conceptuales empleando el software Cmaptools, como herramienta de estudio y se retoma la idea de usar esta técnica para valorar cuantitativamente los procesos de enseñanza aprendizaje. El análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos mediante tres métodos diferentes de valoración, nos permiten creer que estamos en el “camino” de poder evaluar cuantitativamente el aprendizaje de los alumnos mediante mapas conceptuales.

1 Introducción

Existe hoy un consenso acerca de que cada estudiante debe construir su propia estructura de conocimiento, a través de sus propios esfuerzos. Sin embargo, es menos conocido de que la estructura de conocimiento está construida principalmente mediante aprendizaje significativo en contra del aprendizaje memorístico que contribuye muy poco a construir la estructura de conocimiento de una persona (Novak & Cañas, 2004). Desde la óptica de un modelo constructivista y haciendo énfasis en el aprendizaje significativo, y por lo tanto más utilizable (Bransford, Brown & Cocking, 1999), los mapas conceptuales constituyen una herramienta eficaz para la optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje ya que constituyen una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos que el individuo posee (Novak & Gowing, 1984, Novak 1998).

Su diseño puede también constituir un instrumento de evaluación en un momento determinado y en un área del conocimiento determinado (Moreira 1988), ya que si entendemos la estructura cognitiva del individuo, como el contenido y organización conceptual de sus ideas, los mapas conceptuales representan de alguna manera la estructura cognitiva del aprendiz y constituyen herramientas válidas para evaluar los niveles de complejidad de su aspecto cognitivo (Costamagna, 2001).

Con la reciente implantación del Espacio Europeo de Enseñanza Superior en España aparece una nueva actividad que nos permite trabajar con nuestros alumnos en grupos pequeños. Nosotros hemos planteado esta actividad, llamada tutoría programa, para hacer un seguimiento de la evolución del aprendizaje de los alumnos. Con la seguridad de que un mapa conceptual constituye un marco de diálogo y una herramienta de trabajo que permite verificar los contenidos semánticos explícitos o implícitos y potencia actitudes de reflexión en el alumno, hemos elegido esta actividad para trabajar con ellos. Una vez dominada la técnica del mapa, su realización se convierte en un “puzle de conceptos” donde se pueden apreciar las lagunas sobre el tema en cuestión y los puntos de vista erróneos (Pérez, Suero, Montanero & Pardo, 2004). Así planteados constituyen una valiosa herramienta para la evaluación formativa, que supone una reflexión crítica sobre los componentes y funciones del proceso de enseñanza aprendizaje, con el objeto de que el profesor pueda ajustarlo (Moreira & Novak, 1988).

En este trabajo presentamos los resultados de una experiencia de evaluación mediante mapas conceptuales sobre los contenidos de Física. Se ha realizado tanto una valoración subjetiva como objetiva de los mapas y los resultados se han comparado con las notas obtenidas mediante un test de evaluación tradicional.

2 Objetivos

El propósito de este trabajo de investigación – acción ha sido utilizar los mapas conceptuales para evaluar los logros de los alumnos acerca de la comprensión de los conceptos sobre los temas de Física que aparecen en el curriculum oficial de la asignatura. Los objetivos generales propuestos para ello, fueron:

1) Iniciar a nuestros alumnos en una nueva técnica de estudio construyendo mapas conceptuales mediante la herramienta CmapTools (<http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html>).

2) Establecer un procedimiento que permita evaluar a los alumnos de forma cuantitativa mediante la valoración de los mapas conceptuales elaborados por ellos mismos.

3 Muestra poblacional y Metodología

Este trabajo ha sido desarrollado siguiendo un diseño cuasi-experimental con una experiencia piloto previa, en el que han intervenido un total de 76 alumnos, de primer curso de ingenierías, distribuidos en grupos de no más de 10 alumnos, en el transcurso normal de la asignatura de Física, durante 6 semanas del curso 2009-10.

Durante el primer semestre del curso 2009-10 se realizó la experiencia piloto con 17 alumnos del Grado en Ingeniería en Telemática, de los cuales completaron totalmente la experiencia 11, cuyos resultados no han formado parte de esta investigación. Estos alumnos fueron instruidos durante tres semanas en la técnica de los mapas conceptuales y los resultados de esta experiencia nos permitieron mejorar el método de trabajo y validar un test de 10 ítems, propuesto para la evaluación tradicional. Este test fue elaborado con ítems usados en exámenes tradicionales de cursos anteriores para evaluar a alumnos que habían trabajado de forma tradicional.

Durante 3 semanas del segundo semestre se llevó a cabo la experiencia propiamente dicha con 59 alumnos de las titulaciones de Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía y del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, de los cuales completaron totalmente la experiencia 34, razón por la cual los datos presentados se basan en el resultado de ese número de participantes.

Con anterioridad a la primera sesión de las tutorías programadas, se les propuso a los alumnos realizar una investigación, a modo de tarea, sobre los mapas conceptuales como herramienta didáctica y el uso de la herramienta CmapTools. Durante esa sesión se pusieron en común los trabajos realizados por los alumnos, profundizando en la utilización, características y construcción de los mapas conceptuales con el uso de esta aplicación. A continuación, el profesor presentó un mapa conceptual elaborado por él, a modo de ejemplo, como síntesis de un tema que ya había sido expuesto previamente en las clases de teoría. Para la segunda sesión se pidió a los alumnos, de forma individual y a modo de entrenamiento, que realizasen un mapa conceptual sobre otro de los temas que ya había sido tratado. Para ello se propuso una lista de 5 conceptos que ellos tenían que jerarquizar y relacionar mediante los nexos apropiados. Estos mapas conceptuales fueron discutidos y modificados con las propuestas de todo el grupo.

Para la tercera sesión se les propuso a los alumnos una nueva lista de 10 de conceptos relacionados con el tema de “Interacción Electroestática”. Los mapas construidos fueron enviados al profesor a través del campus virtual de la Universidad de Extremadura, antes de dicha sesión. En esta ocasión, y sin previo aviso, se les pasó a los alumnos el test de 10 ítems validado en la experiencia piloto. Con esto nos aseguramos, por una parte, que todos habían realizado el mapa sobre el tema en cuestión y, por otra, que no se preparaban los contenidos del tema para un examen de forma tradicional. Posteriormente a la realización del test los mapas conceptuales fueron discutidos y modificados con las propuestas de todo el grupo, como habíamos hecho en sesiones anteriores.

4 Resultados y discusión

El test utilizado para la evaluación tradicional está formado por 10 ítems objetivos, con 4 posibles respuestas cerradas, de las cuales una es la verdadera. Este test fue validado durante la experiencia piloto.

La valoración subjetiva fue realizada por un profesor de Física experto en la elaboración de mapas conceptuales, que no había corregido ni el test tradicional realizado por los alumnos ni había sido el profesor encargado de la docencia de la asignatura durante el tiempo en el que ha transcurrido la experiencia.

Como criterios de valoración cuantitativa de los mapas se han adoptado el número de niveles jerárquicos (N), el número de proposiciones correcta (P), el número de proposiciones cruzadas (PC), el número de ejemplos (E) y el número de conceptos (C) utilizados en cada mapa.

Debido al formato de estilo libre que los mapas conceptuales tomaron, ya que los alumnos se iniciaban en su construcción, le hemos dado el mismo valor a los niveles jerárquico que a las proposiciones correctas y a los ejemplos, porque en la mayoría de los casos no se trataba de una ordenación desde los conceptos más generales a los más particulares, apareciendo en la mayoría de los mapas algunos bucles en donde se alternan subidas y bajadas de un nivel a otro. Por otro lado, se ha multiplicado por 5 el valor de las proposiciones cruzadas ya que nos parecen que son estas relaciones las que dan más consistencia al mapa conceptual y describen la profundización del conocimiento logrado. De esta forma la valoración de los mapas se ha realizado según la siguiente expresión:

$$\text{valoración del mapa} = \frac{N + P + 5PC + E}{C}$$

Creemos que es necesario dividir por el número de conceptos utilizados para, de esta forma, tener en cuenta las ideas erróneas que aparecen en cada mapa ya que la presencia de las mismas ha sido considerada en los métodos de evaluación tradicionales y al formar parte de un mapa conceptual adquiere mayor importancia y debe tenerse especialmente en cuenta (Costamagna, 2001).

En la Tabla 1 aparecen los resultados obtenidos en el test tradicional y en las valoraciones subjetiva y cuantitativa de los mapas. La valoración numérica de cada apartado está realizada sobre la base 10, para lo que se ha tenido en cuenta un mapa conceptual realizado por los autores como comparativo en el caso de la valoración de los mapas.

Alumnos	Test tradicional	Valoración subjetiva	Valoración cuantitativa	Alumnos	Test tradicional	Valoración subjetiva	Valoración cuantitativa
1	6	4	5,41	18	3	5	6,46
2	3	4	4,81	19	2	5	4,63
3	3	4	5,47	20	3	3	3,51
4	3	5	3,77	21	5	6	5,11
5	4	5	5,70	22	6	6	5,89
6	5	5	6,32	23	6	4	4,88
7	4	7	8,12	24	4	2	4,98
8	2	8	5,20	25	3	5	3,94
9	8	5	7,82	26	3	6	4,86
10	1	4	5,18	27	3	4	3,16
11	3	4	3,04	28	6	6	5,15
12	6	5	5,15	29	4	4	5,36
13	5	3	3,16	30	7	6	8,42
14	5	5	5,74	31	4	7	6,48
15	4	6	5,09	32	6	6	4,51
16	8	6	4,70	33	3	4	2,97
17	6	5	3,89	34	3	3	2,53

Tabla 1. Notas obtenidas por los alumnos en las tres pruebas de valoración

El primer resultado a destacar es que más de un 40% de los alumnos superaron el test tradicional en un tema que, según nuestra experiencia docente, es bastante complejo de asimilar por los alumnos de primer curso de ingenierías, y además hay que resaltar que esta prueba se realizó sin previo aviso. Lo que vuelve a poner de manifiesto que los mapas conceptuales constituyen una herramienta eficaz para la optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados obtenidos por los tres métodos se han comparado mediante un procedimiento de contraste de hipótesis. Para decidir si hay diferencias significativas entre los tres métodos, se formula una hipótesis nula que se puede enunciar como sigue: No existe diferencia significativa entre las puntuaciones dadas para cada alumno por los tres métodos. Para aceptar o rechazar esta hipótesis se ha realizado una prueba no paramétrica (ya que las poblaciones no tienen una distribución normal) para muestras relacionadas, utilizando el paquete estadístico SPSS 15.0.

	Test tradicional – Valoración subjetiva	Test tradicional – Valoración cuantitativa	Valoración subjetiva – Valoración cuantitativa
Significación bilateral	0,114	0,029	0,626

Nivel de significación $\alpha=0,05$

Tabla 2. Resultados obtenidos de comparar los datos mediante la prueba de Wilcoxon

Los resultados obtenidos según la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon aparecen en la Tabla 2. Como se puede observar, para un nivel de significación del 0,05, podemos aceptar la hipótesis nula en la comparación de los resultados del test tradicional frente a la valoración subjetiva y los de la valoración subjetiva frente a la valoración cuantitativa: El análisis estadístico de los datos muestra que no hay diferencias significativas entre los datos obtenidos en ambos casos.

Por otro lado en la comparación de los datos del test tradicional y la valoración cuantitativa debemos rechazar la hipótesis nula y aceptar que existe diferencia significativa entre ellos. Dado que el valor de significatividad (0,029) es muy próximo a 0,05 se ha realizado una prueba adicional. Se han comparado los dos métodos de evaluación en función de los alumnos que superaron las pruebas (nota mayor que 5) y los que no las superaron (nota menor que 5) y se ha obtenido un valor de significación bilateral de $0,285 > 0.05$. Este resultado indica que no hay diferencias significativas entre el número de alumnos que superan el test y el que obtiene una nota mayor de 5 en la valoración cuantitativa del mapa y puede sugerir que con un número mayor de casos podría desaparecer la diferencia entre ambas poblaciones obtenida inicialmente.

5 Conclusiones

Durante esta experiencia se ha iniciado a los alumnos de primer curso de Ingenierías del Centro Universitario de Mérida (España) en la elaboración de mapas conceptuales y en el manejo del software CmapTools, poniéndose de manifiesto, una vez más, la eficacia de esta herramienta para la optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Se ha propuesto una expresión matemática que nos permite evaluar a los alumnos de forma cuantitativa a partir de los mapas conceptuales elaborados por ellos mismos. Se ha comprobado que no hay diferencias significativas entre los datos obtenidos mediante esta expresión y los datos obtenidos mediante una valoración subjetiva realizada por un experto. Por otra parte no se han encontrado diferencias significativas entre los alumnos que superan el test y los que obtienen una nota mayor que 5 con la valoración cuantitativa propuesta por los autores.

Se ha comprobado que es conveniente complementar la valoración cuantitativa con una valoración cualitativa de los mapas conceptuales ya que nos ofrecen una abundancia de información sobre los procesos por los cuales el aprendizaje significativo está ocurriendo.

Para reforzar esta experiencia estamos siguiendo la misma metodología de trabajo en la instrucción de los demás temas del currículum de la asignatura de Física de las titulaciones en las que impartimos docencia.

Referencias

- Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (1999). *How people learn: Brain, mind experience and school*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Costamagna, A.M. (2001). Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de los alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 309-318.
- Moreira, M. A., & Novak, J. D. (1988). Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 3-18.
- Moreira, M. A. (1988). Mapas conceptuales en la enseñanza de la física. *Contactos*, 3, 38-57.

- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2004). Building on constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*, proceedings of de First International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahweh, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Pérez, A. L., Suero, M. I., Montanero, M., & Pardo, P. J. (2004). Aplicaciones de la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein a la enseñanza de la Física. Una propuesta basada en la utilización del programa informático CmapTools. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*, proceedings of de First International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.