

## UNA EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA FÍSICA.

Ljiljana Medic Pejić<sup>a,b</sup>, Enrique Querol Aragon<sup>a,b</sup>, Ángel Cámara Rascon<sup>a,b</sup>, Javier García Torrent<sup>a,b</sup>,

<sup>a</sup>GIE - 53 Química Aplicada a la Ingeniería de los Recursos Minerales y Energéticos

<sup>b</sup>Dpto. de Ingeniería Química y Combustibles, ETSI de Minas, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

[liliana.medic@upm.es](mailto:liliana.medic@upm.es)

*En este trabajo se ha analizado de qué manera los alumnos de tercer curso de la ETSIM (UPM) elaboran mapas conceptuales en la enseñanza de la asignatura de Química Física. Antes de impartir el tema sobre corrosión los investigadores evaluaron los conocimientos previos de los estudiantes y los iniciaron en la construcción de los mapas conceptuales. Al final del curso los alumnos elaboraron un mapa conceptual. Los resultados obtenidos evidenciaron que la estrategia utilizada para iniciar a los alumnos en la construcción de mapas conceptuales fue eficiente, permitiéndoles aprender a trabajar con esta herramienta.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Las teorías de D. Ausubel (1) y J. Novak (2) enfatizan el papel central de los conceptos en el proceso de aprendizaje. El mapa conceptual es un recurso pedagógico para representar en dos dimensiones, la estructura conceptual de una disciplina o parte de la misma basada en sólidos contextos teóricos, circunstancia que lo convierte en idóneo para expresar gráficamente las relaciones proposicionales entre conceptos.

En el proceso del aprendizaje es frecuente que los alumnos memoricen mecánicamente los conceptos sin relacionarlos con los conocimientos previos. D. Ausubel (1) distinguió entre el aprendizaje por repetición y lo que él denominó aprendizaje significativo. Este último se produce cuando el que aprende relaciona los nuevos conocimientos, de manera organizada y sustancial, con lo que ya sabe.

El mapa conceptual es un instrumento de gran utilidad para lograr el aprendizaje significativo, a través del cual se pueden organizar y expresar las ideas, comprender y clarificar conceptos, profundizar, procesar, organizar modelos y priorizar la información. Mapa conceptual según J. Novak (2), (3) no es más que “una técnica (estrategia, herramienta o recurso) para representar y organizar el conocimiento, empleando conceptos y frases de enlace entre estos conceptos” que “tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones”.

Los mapas conceptuales tienen una distribución gráfica según la cual los conceptos supraordenados, que son más “abarcativos” e inclusores, se ubican en su parte superior y, a medida que se desciende verticalmente, se van ubicando los conceptos de jerarquía menor (4), (5), (6).

En el proceso del aprendizaje significativo existe una interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento existente en la estructura cognitiva que ya posee significado (7). En esa interacción el nuevo conocimiento adquiere significado para el alumno y el conocimiento previo adquiere nuevos significados, desarrollándose la estructura cognitiva, aumentándose el número de elementos pertinentes en la misma para la atribución de significado a la nueva información e, incrementándose por tanto, la probabilidad en el alumno de incorporar significativamente nuevos conocimientos. Este es el fundamento del aprendizaje significativo. Sin embargo, el aprendizaje significativo a través de conceptos no es un mecanismo automático, sino que requiere la voluntad del alumno y el profesor puede fomentarlo mediante el empleo de los mapas conceptuales.

Entre las ventajas del aprendizaje significativo podemos señalar las siguientes:

- En primer lugar, los conceptos aprendidos significativamente pueden extender el conocimiento adquirido a conceptos relacionados.

- Como el aprendizaje significativo implica una construcción intencional de enlaces sustantivos y lógicos entre nuevos conceptos y conocimientos preexistentes, la información aprendida significativamente se retiene más tiempo y sirve para resolver nuevos problemas, para dar respuestas a nuevas preguntas y aprender más fácilmente nuevas materias (8).
- Finalmente estos conceptos pueden, más tarde, servir como inclusores para la incorporación posterior de conceptos relacionados.

En definitiva, la retención requiere que los alumnos recuerden lo que han aprendido, mientras que la transferencia requiere no solo que los alumnos recuerden sino también que lo que han aprendido tenga sentido y sean capaces de usarlo.

## 2. METODOLOGÍA

La enseñanza de las ciencias, cuyo objetivo es la integración de varias disciplinas, consiste en guiar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje y ayudarlos a encontrar los procedimientos que se deben seguir en la resolución de problemas, entre otros aspectos.

Este trabajo expone una experiencia docente desarrollada con 25 alumnos de tercer curso de la ETSIM (UPM) en la enseñanza de la asignatura de Química Física, empleando tres elementos fundamentales del mapa conceptual: concepto, proposición y palabras de enlace caracterizadas por la jerarquización de los conceptos, partiendo de los conceptos más generales o inclusivos en la parte superior y los conceptos más específicos o ejemplos en la parte inferior, constituyendo así una herramienta eficaz para el desarrollo analítico de los estudiantes.

Teniendo en consideración las particularidades de la asignatura, la misma se planificó en función del aprendizaje de conceptos esenciales buscando en todo momento la relación de estos con las diferentes disciplinas sobre las que se fundamenta tales como Termodinámica y Química. El estudio se centró en valorar cualitativamente el proceso de Corrosión mediante mapas conceptuales y describir todos los conceptos del tema en cuestión de forma coherente y ordenada.

Antes de impartir la clase los investigadores programaron dos actividades, la primera fue la identificación de los conocimientos previos mediante un cuestionario, y la segunda la iniciación de los alumnos en la construcción de los mapas conceptuales. En la web de la asignatura Química Física, en la plataforma MOODLE, los alumnos tienen a su disposición el texto desarrollado del tema Corrosión, así como cuestiones de autoevaluación.

El tema de corrosión consistía en comprender el concepto de corrosión, distinguir y analizar sus diversos tipos y los métodos para su prevención. Las clases fueron impartidas procurando relacionar los conceptos y proposiciones identificados previamente con los nuevos conceptos. Al final del curso los alumnos elaboraron mapas conceptuales sobre corrosión según los criterios que se pueden resumir como sigue:

- Se han identificado los conceptos clave de la lección y se ha elaborado la lista correspondiente, no limitando el número de estos. A los alumnos se les solicitó que circularan solamente los conceptos, distinguiéndolos de las palabras de enlace.
- Se han ordenado los conceptos de la lista siguiendo el criterio de mayor a menor generalidad. El concepto más general o inclusivo se situó en la parte superior del mapa y a partir de ahí, en niveles cada vez más bajos los restantes conceptos. Para finalizar los conceptos más específicos se colocaron en la parte inferior del mapa.
- Los conceptos se unieron mediante líneas, rotulando las mismas con palabras de enlace que definan las relaciones de significado entre los conceptos (proposiciones).
- Se señalaron gráficamente en el mapa enlaces cruzados que conectasen conceptos pertenecientes a ramas jerárquicas distintas del mapa conceptual.
- Las clases fueron impartidas procurando relacionar los conceptos y proposiciones identificadas previamente con los nuevos conceptos.

Este estudio tenía por objetivo, en primer lugar, motivar al alumno y ayudarle a integrar la información que recibe con sus conocimientos previos y así llegar a conclusiones y soluciones autónomas y creativas y en segundo lugar analizar de qué manera los alumnos elaboran mapas conceptuales.

Estos mapas conceptuales se analizaron teniendo como referencia un mapa conceptual hecho por los investigadores, empleando los siguientes criterios:

- conceptos básicos presentes en el mapa conceptual de referencia;
- otros conceptos que no están presentes en el mapa de referencia;
- ejemplos que esclarecen los conceptos;
- proposiciones válidas;
- proposiciones inválidas.

### 3. RESULTADO Y DISCUSIONES

Del análisis de los mapas conceptuales elaborados sobre el tema de Corrosión se derivaron los siguientes problemas en cuanto a su construcción:

- ausencia de palabras de enlace entre los conceptos. Lo hemos considerado como problema, porque se insistió en la importancia de las palabras de enlace entre los conceptos, siendo obligatoria su presencia (véase la Figura 1).
- Presencia de conceptos repetidos, como puede observarse en la Figura 2

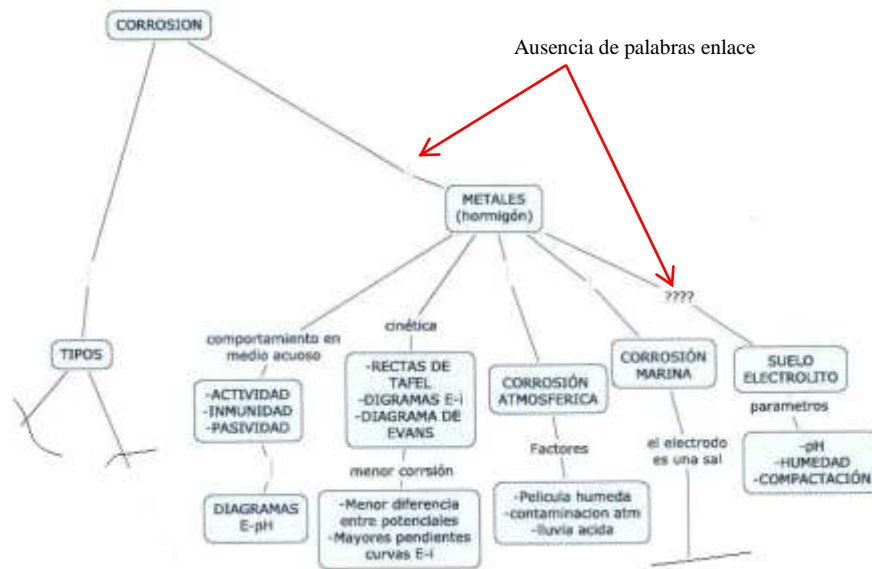


Figura 1. Ejemplo de mapa conceptual con la ausencia de palabras enlace



Figura 2. Ejemplo de mapa conceptual con conceptos repetidos y ausencia de palabras de enlace

El 21% de los mapas conceptuales sobre la corrosión tenían algunos de estos problemas de construcción posiblemente por las siguientes razones: por la inexperiencia en trabajar con mapas conceptuales, por la dificultad del tema o por falta de conocimiento sobre el tema.

Se consideró como un aspecto positivo, el hecho de que los alumnos hayan agregado más conceptos o ejemplos en la misma Figura de los propuestos en la fase previa. De esta forma se elaboraron mapas conceptuales con más informaciones.

El 100 % de los mapas conceptuales presentaron la corrosión como concepto de mayor nivel jerárquico.

El análisis de los mapas conceptuales presentados nos proporcionó la clasificación en tres categorías no excluyentes de mapas conceptuales tales como: mapas con proposiciones correctas (84% de los mapas), con ejemplos de los conceptos (42% de los mapas), con algunos conceptos que no estaban relacionados (20% de los mapas).

De los conceptos presentados en el mapa de referencia, los que tenían una frecuencia superior a 50% fueron: definición de corrosión, tipos de corrosión, termodinámica del proceso, clasificación según el medio, métodos de control.

Dos mapas tenían relaciones erróneas entre los conceptos, subordinando conceptos que pertenecían al mismo nivel jerárquico.

Es importante destacar que en ningún momento los estudiantes tuvieron acceso al mapa de referencia y todos los mapas elaborados fueron elaborados usando el software Cmap Tools y FreeHEP Graphics2D Driver.

Algunos ejemplos de los mapas conceptuales elaborados por los alumnos se muestran a continuación (véase las Figuras 3, 4):

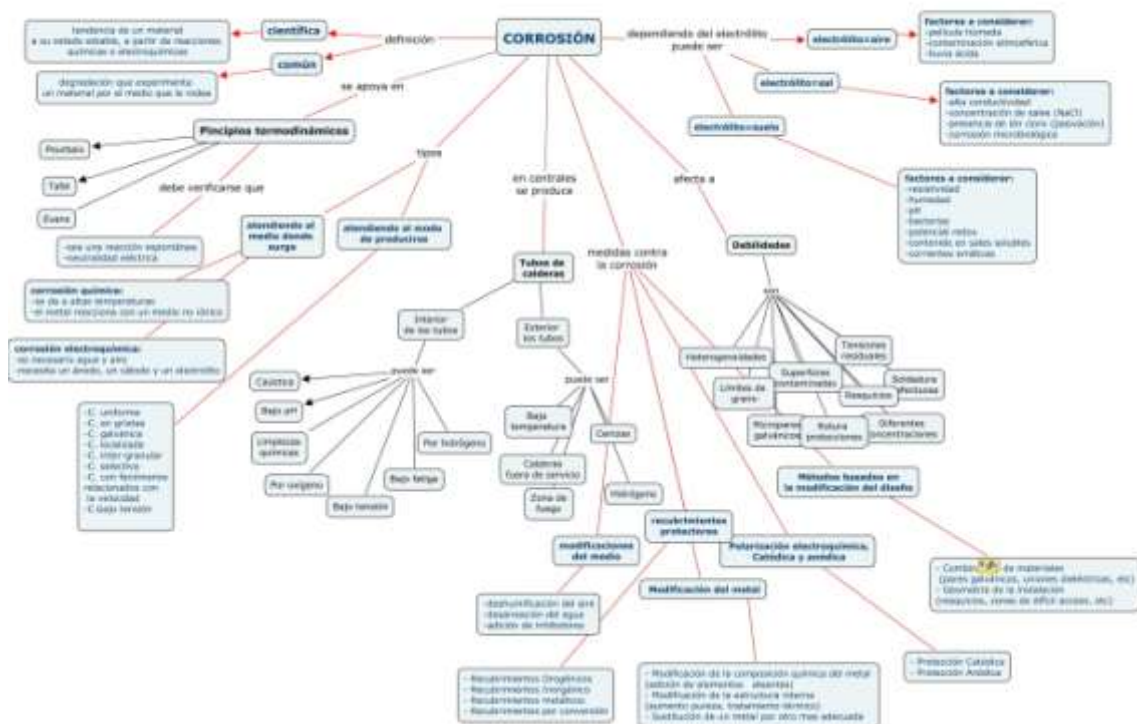


Figura 3. Mapa conceptual realizado por el grupo A de alumnos

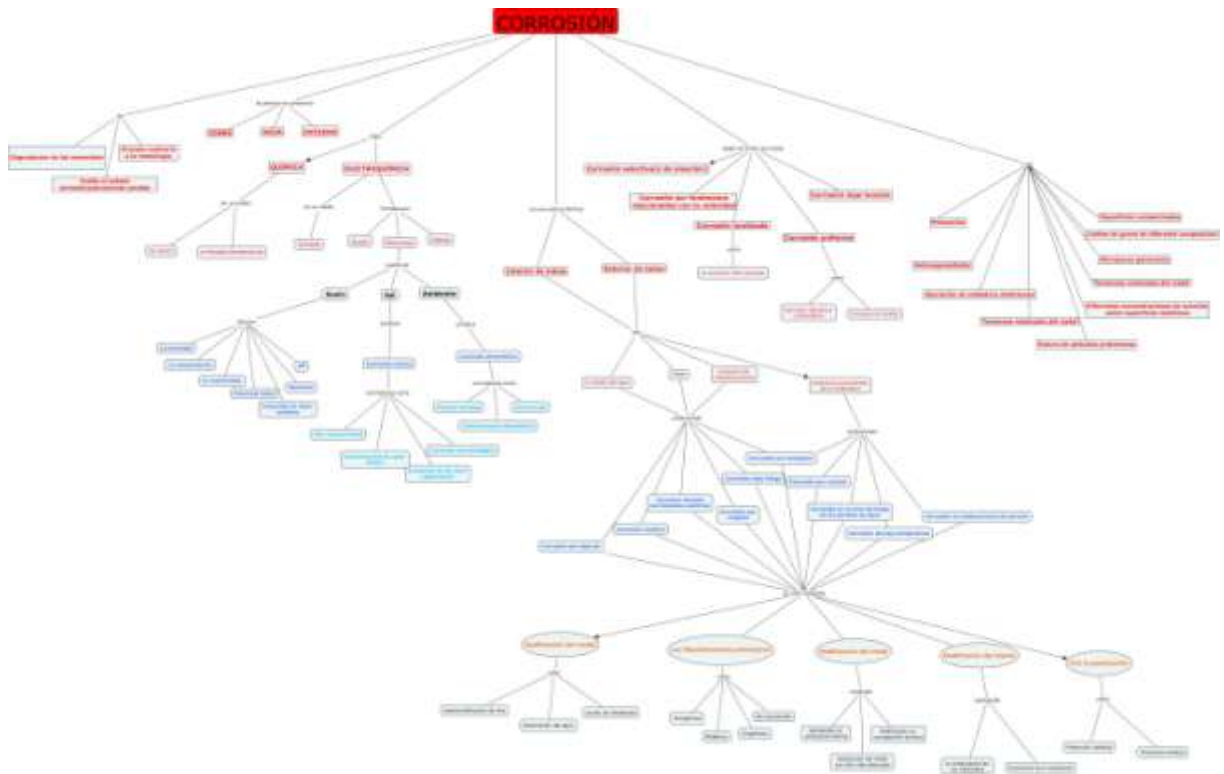


Figura 4. Mapa conceptual realizado por el grupo B de alumnos

La valoración de los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes fue realizada por un profesor especializado en realización de mapas conceptuales y que no ha sido profesor encargado de la clase de docencia de la asignatura.

#### 4. CONCLUSIONES

El esfuerzo en organizar un mapa conceptual sobre el tema de corrosión resultó revelador por la cantidad de conceptos subyacentes que dábamos por supuestos. La dificultad para dilucidar estos supuestos demostró las dificultades de los alumnos al tratar de comprender este tema y de ofrecer un enfoque interdisciplinar.

Se demostró que el conjunto de conceptos acumulados en la estructura cognitiva de cada alumno es único y por lo tanto cada alumno ha construido enlaces conceptuales diferentes, aunque éstos están involucrados en la misma tarea de aprendizaje. Para capacitar a cada alumno para llevar a cabo esta experiencia, se les permitió reformular y reordenar conceptualmente la materia enseñada en formas que sean significativas para ellos.

Se logró incluir los contenidos sobre corrosión en un amplio campo del conocimiento a través de los conceptos y sus interacciones, demostrando su posibilidad como estrategia de integración de diversos contenidos.

Si bien la confección del mapa conceptual ha servido a los alumnos como instrumento para el aprendizaje significativo, han surgido algunos contratiempos que, a nuestro juicio, se derivan de una técnica permisiva acerca de su confección. Básicamente, el punto más conflictivo de los mapas conceptuales es el siguiente: el orden de jerarquías conceptuales no es único y es arbitrario, ya que puede variar según el enfoque particular del alumno. Algunos alumnos desvirtúan el concepto de mapa conceptual convirtiéndolo en un esquema jerárquico con lo que se transforma en un resumen memorístico.

El razonamiento inverso nos permitió una mejor comprensión sobre cuánto puede entender un alumno de un tema nuevo presentado verbalmente con la particular estructura semántica del profesor y de encontrar un posible “porqué” al hecho de que la mayoría de los alumnos termina

haciendo un aprendizaje memorístico del tema, por lo que no lograron descubrir la existencia de estos conceptos subyacentes y sus conexiones con el tema nuevo estudiado.

El mapa conceptual ha sido una herramienta eficaz tanto como instrumento de evaluación, como en el proceso individual de aprendizaje, pues mientras los estudiantes construían los mapas era posible identificar algunas relaciones erróneas, siendo posible hacer una discusión individual. Los mapas posibilitaron también que los estudiantes tuviesen un panorama de como su conocimiento estaba estructurado.

## **AGRADECIMIENTO**

Se agradece a Alejandrino Gallego Rodríguez Catedrático de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Cartagena por sus explicaciones y sugerencias sobre la aplicación de los mapas conceptuales en la docencia de materias relativas a Química Aplicada a la Ingeniería de los Recursos Minerales y Energéticos

## **REFERENCIAS**

1. D. Ausubel, J.D. Novak, H. Hanesian, *Educational psychology: a cognitive view*, 1978, Holt, Rinehart and Winston.
2. Novak, J. D. "Concept Mapping to Facilitate Teaching and Learning". *Prospects*, XXV, (1), 1995, 79-86.
3. Novak, J. D. "Learning, creating and using knowledge. Concept maps tools in schools and corporations", 1998a, Lawrence Erlbaum associates, Publishers: New Jersey.
4. Moreira, M. A. "Concept mapping as a possible strategy to detect and to deal with misconception in physics". In Novak, J.D. (Ed.), "Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and mathematics Education". Ithaca, Nueva York, Cornell University, Department of Education. 1987.
5. Moreira, M. A. "Mapas concetuais e aprendizagem significativo", 1988, *O Ensino*, Vol. 23, pp. 28.
6. Novak, J. D. Clarify with concept maps: A tool for students and teachers alike, 1991, *The Science Teacher*, 58, 45-49.
7. Novak, J. D. y Gowin, D. B., *Aprendiendo a aprender*, Martínez Roca, Barcelona, 1988.
8. Meyer. K. *Quality in distance education. Focus on On-line learning*, Jossey-Bass, Hoboken, 2002.

Páginas Web que facilitan programas para elaborar mapas conceptuales:

<http://cmap.ihmc.us/>(comprobada el 11/09/11 a las 20:00 h)

[http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main\\_Page](http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page)

[http://www.mindjet.com/index.html?lang=en-EU&google\\_roemea=mindjet](http://www.mindjet.com/index.html?lang=en-EU&google_roemea=mindjet)

<http://www.inspiration.com/>