



## Evaluación de competencias en el estudio de la Química Ambiental

Marta Doval Miñarro<sup>1</sup>, Enrique González Ferradás<sup>2</sup> y José Ruiz Gimeno<sup>3</sup>

1) mdoval@ceam.es 2) ferradas@um.es 3) joseruiz@um.es

1) Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo 2) Dto. de Ingeniería Química. Univ. Murcia. 3) Dpto. Mixto. Univ. Murcia

### Resumen

La educación científica moderna no sólo debería promover la adquisición de conocimientos científicos sino introducir al alumnado en discusiones acerca de las implicaciones tecnológicas y sociales de los problemas científicos. La enseñanza de la Química Ambiental ofrece excelentes oportunidades para poner en práctica esta filosofía. Por otra parte, la reciente inmersión en el Espacio Europeo de Educación Superior obliga a identificar qué competencias debe adquirir el alumnado y cómo valorar éstas. Se proponen dos tipos de actividades docentes (procesos de toma de decisión y mapas conceptuales) que resultan útiles para contemplar los aspectos socio-científicos de este campo de la Química y se sugieren las respectivas herramientas para la evaluación.

*Modern scientific education should not only stimulate the acquisition of new scientific knowledge but also introduce the students into discussions about technological and social implications of scientific problems. The subject Environmental Chemistry offers excellent opportunities to put into practice this philosophy. On the other hand, the recent immersion in the European Higher Education Area (EHEA) requires to identify the competences that students must acquire and how to evaluate this acquisition. Two different pedagogical activities (decision-making processes and conceptual maps), which are very useful to take into account the socio-scientific aspects of this area of Chemistry, are proposed together with their respective evaluation tools.*

### Desarrollo

En todo el mundo, los educadores e investigadores han destacado la idea de que los aspectos socio-científicos son una parte importante en la educación científica moderna y de que se les debería dedicar una parte importante en las clases actuales (Bybee, 2008; Barry, 2010; Minguet, 2009; Segalás, 2010). Los problemas ambientales constituyen un ejemplo típico: son de naturaleza compleja, involucran múltiples aspectos sociales y a menudo carecen de una solución radical. ¿Qué competencias deberían obtener en la universidad los estudiantes de ingeniería para producir graduados con el conocimiento, las habilidades, los valores y las actitudes necesarias para contribuir a la mejora del medio ambiente? Algunos estudios (Svanström, 2008) revelan que esas competencias se relacionan principalmente con un pensamiento sistémico y crítico, la habilidad para trabajar dentro de un marco interdisciplinar y para desarrollar valores consistentes con el paradigma ambiental.

#### Procesos de toma de decisiones

A diferencia de las decisiones estrictamente técnicas (selección de un método de separación, por ejemplo) las situaciones de toma de decisiones de problemas socio-científicos no pueden resolverse de forma directa, intuitiva o espontánea (Eggert, 2008). Por ejemplo, se plantea en clase el supuesto de que los niveles de contaminación por ozono en la ciudad obligara a optar por alguna medida de limitación del tráfico: de tipo zonal (áreas de circulación limitada), temporal (periodos de circulación limitada), de tipo de vehículos, etc.

El alumnado se introduce en varios procesos de razonamiento y de argumentación, siendo consciente de que su competencia en cuanto a la toma de decisiones será mayor si es capaz de: 1) No limitarse a utilizar una estrategia del tipo "valor de corte" sino una basada en la utilización de "compromisos"; 2) Identificar qué criterios deben ponerse en juego en el proceso de toma de decisiones; 3) Asignarle una ponderación a cada uno de esos criterios y 4) Utilizar alguno de los métodos de decisión multicriterio disponibles.

La evaluación de su competencia para la toma de decisiones, junto con otras como la capacidad para transmitir oralmente las conclusiones a una audiencia, utiliza una rúbrica que se muestra de forma resumida en la tabla 1.

### Desarrollo (continuación)

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación de competencias en el ámbito de la toma de decisiones

Competencia	Indicador	Indicador	Indicador	Peso	Puntuación
Comunicación del tema	Se demuestra un conocimiento claro de los conceptos y términos de la rúbrica de evaluación.	Se muestra evidencia de un conocimiento claro de los conceptos y términos de la rúbrica de evaluación.	Se demuestra un conocimiento claro de los conceptos y términos de la rúbrica de evaluación.	1	2
Organización del contenido	Se expresan los datos y los argumentos de forma clara y concisa.	Se expresan los datos y los argumentos de forma clara y concisa.	Se expresan los datos y los argumentos de forma clara y concisa.	1	2
Aplicación del método	Se aplica el método de decisión de forma adecuada y se justifican las decisiones.	Se aplica el método de decisión de forma adecuada y se justifican las decisiones.	Se aplica el método de decisión de forma adecuada y se justifican las decisiones.	1	2
Calidad de la evidencia	Se utiliza una evidencia adecuada y se justifican las decisiones.	Se utiliza una evidencia adecuada y se justifican las decisiones.	Se utiliza una evidencia adecuada y se justifican las decisiones.	1	2
Resolución de cuestiones pendientes	Se resuelven las cuestiones pendientes de forma adecuada y se justifican las decisiones.	Se resuelven las cuestiones pendientes de forma adecuada y se justifican las decisiones.	Se resuelven las cuestiones pendientes de forma adecuada y se justifican las decisiones.	1	2

#### Mapas conceptuales

Un mapa conceptual es una estrategia instructiva que requiere que el alumnado identifique, represente gráficamente y enlace conceptos clave, por medio de la organización y el análisis de la realidad disponible: el resultado es un esquema que representa el conocimiento en forma de una red gráfica y jerarquizada, compuesta de nodos y enlaces; el método es capaz de integrar nueva información en una estructura de conocimiento preexistente.

Por ejemplo se puede solicitar al alumnado que explore las relaciones conceptuales entre la presencia de ciertos niveles de ozono troposférico, las causas antropogénicas y meteorológicas y los efectos sobre la sociedad. La tabla 2 es una visión resumida de la que se pone a disposición del alumnado para que éste no omita ningún aspecto relevante del problema.

Tabla 2. Relación de posibles aspectos a jerarquizar y enlazar

Categorías	Subcategorías	Conceptos y Aspectos a considerar
1. Ambientales	1. Medio ambiente	Contaminación atmosférica.....
	2. Escasez de recursos	Agotamiento combustibles fósiles.....
2. Sociales	3. Impacto social	Efectos sobre la salud.....
	4. Valores	Aspectos éticos.....
	5. Futuro	Sostenibilidad, posibles escenarios.....
	6. Desigualdades	Distribución de la riqueza.....
3. Económicos	7. Tecnología	BAT's, eficiencia, tecnol. limpias.....
	8. Economía	Modelos de consumo, empleo.....
4. Institucionales	9. Educación	Concienciación, papel de los medios.....
	10. Actores y partes Inter.	Gobiernos, ONG's, partes interesadas.....

La diversidad y la riqueza de los mapas producidos por el alumnado hace la tarea de evaluación más compleja que si se tratara de un examen convencional. La evaluación de un mapa conceptual exige:

- Contar el número de aspectos relevantes: 1) Nº de proposiciones válidas; 2) Nº de niveles de jerarquía; 3) Nº de enlaces directos; 4) Nº de enlaces entrecruzados y 5) Nº de ejemplos pertinentes.
- Valorar el mapa aplicando un factor de ponderación a cada tipo de aspectos. Por ejemplo: Nº de proposiciones válidas x 5 + Nº de niveles de jerarquía x 3 + ..... (Stoddart, 2000).

### Bibliografía

- BYBEE, R. W. (2008): Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *J. Sci. Educ. Technol.* 17, 566-585
- BARRY, C. (2010): The Environment/Society Disconnect: An Overview of a Concept Tetrad of Environment. *The Journal of Environmental Education*, 41(2), 116-132.
- EGGERT, S. y BÖGEHOLZ, S. (2008): Students' Use of Decision-Making Strategies With Regard to Socioscientific Issues: An Application of the Rasch Partial Credit Model. *Science Education*, 94(2), 230-258.
- MINGUET AZNAR, P. y ULL SOLÍS, M.A. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Ministerio de Educación (Madrid): Revista de Educación. Número Extraordinario. Educación para el desarrollo sostenible*, 219-237.
- SEGALÁS, J., FERRER-BALAS, D. y MULDER, K.F. (2010): What do engineering students learn in sustainability courses? The effect of the pedagogical approach. *Journal of Cleaner Production*, 18, 275-284.
- STODDART, T.; ABRAMS, R.; GASPER, E. y CANADAY, D. (2000): Concept maps as assessment in science inquiry learning-A report of methodology. *International Journal of Science Education*, 22, 1221-1246.
- SVANSTRÖM, M.; LOZANO-GARCÍA, F. y ROWE, D. (2008): Learning outcomes for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(3), 339-351.

### Conclusiones

La dimensión social de los problemas ambientales de naturaleza química hace aconsejable que la enseñanza de los conceptos estrictamente científicos, vaya acompañada por actividades que conduzcan al alumnado a examinar las implicaciones tecnológicas, sociales y personales de esos problemas.

Los requisitos competenciales de los grados establecidos al amparo del Espacio Europeo de Educación Superior están frecuentemente alineados con lo expuesto en la anterior afirmación, lo que conduce al profesorado a la necesidad de identificar nuevas competencias y a establecer procedimientos claros para evaluar el nivel en el que han sido adquiridas por el alumnado.

Se han identificado dos metodologías cuyas actividades poseen potencial para satisfacer ambos requisitos (adquisición de competencias y evaluación de las mismas): los procesos de toma de decisión y la elaboración de mapas conceptuales. Ambos métodos se han adaptado a las limitaciones temporales, se han elaborado ejemplos de la extensión adecuada y se han dotado de recursos capaces de mejorar la eficiencia por parte del alumnado.

Paralelamente, se han preparado herramientas para la evaluación individual y grupal de las competencias adquiridas por el alumnado. Las rúbricas (*score rubrics*) propuestas pueden adaptarse con facilidad a otras áreas o niveles.