



# APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA DENTRO DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE MÁSTER

Natalia Campillo Seva (ncampi@um.es), Pilar Viñas López-Pelegrín (pilarvi@um.es), Ignacio Francisco López García (ilgarcia@um.es) y Manuel Hernández Córdoba (hcordoba@um.es)

Departamento de Química Analítica, Universidad de Murcia, E-30071, Murcia, España

Sistemas de coordinación y estrategias enseñanza-aprendizaje

## Resumen

En la práctica docente habitual el profesor explica una serie de contenidos que sirven para que los alumnos adquieran los conocimientos planificados, planteándose seguidamente diversas actividades a través de las que los alumnos aplican dichos contenidos. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es en sí el medio para que los alumnos adquieran los conocimientos y los apliquen para resolver un problema real o ficticio, tratándose de una metodología de la que sobradamente han sido comprobados sus resultados en distintas áreas de conocimiento [1-3].

La presente comunicación muestra una aplicación del ABP para el desarrollo de un bloque temático (técnicas miniaturizadas de tratamiento de muestra) de una asignatura optativa (Miniaturización, hibridación de sistemas analíticos y especiación) del Máster de Química Fina y Molecular impartido por la Universidad de Murcia. La madurez personal de los alumnos matriculados en estudios universitarios de máster unida a su nivel de conocimientos en Química conducen a una situación idónea para la puesta en práctica del método de ABP. El trabajo de los alumnos será resolver una cuestión relacionada con el tratamiento de la muestra de forma previa a su análisis. La resolución de dicha cuestión implica que los alumnos han tenido que buscar, entender, integrar, relacionar y aplicar los fundamentos, características, aspectos de carácter práctico, ventajas y desventajas de las principales técnicas miniaturizadas de pretratamiento de muestra. Además de conocimientos, la aplicación de esta metodología de aprendizaje garantiza la adquisición de cualidades interpersonales, como consecuencia del trabajo en grupo, actitudes, valores y pensamiento crítico.

## Summary

In common teaching practice the teacher explains a series of contents for students to acquire the knowledge and then, some activities are considered, through which such contents are applied. Problem-based learning (PBL) is itself the means for students to acquire and apply knowledge, to solve a real or fictitious problem, the results of this methodology being widely proven in different areas [1-3]. This communication presents the application of PBL to develop a thematic unit (Technical miniaturized sample processing) in an optative subject (Miniaturization, hybridization and speciation analysis systems) of the Master of "Fine and Molecular Chemistry" offered by the University of Murcia. The personal growth of students coursing master studies together with their knowledge in chemistry, in the present case, conduct to an ideal situation for the implementation of the PBL method. The students will work to resolve an issue related to the treatment of sample prior to analysis. The resolution of this question requires students to find, understand, integrate, relate and apply the fundamentals, characteristics, practical aspects, advantages and disadvantages of the main miniaturized techniques. In addition to knowledge, application of PBL guarantees the acquisition of interpersonal skills, as a result of teamwork, attitudes, values and critical thinking.

## Contexto de trabajo



La asignatura sobre la que se trabaja esta metodología de aprendizaje implica un número relativamente reducido de alumnos. El nivel de conocimientos de los mismos es muy homogéneo, dado que por norma general la cursan graduados o licenciados en Química. Este hecho resulta muy ventajoso para la aplicación del método ABP, ya que los alumnos tienen los conocimientos, destrezas y habilidades suficientes para abordar un campo nuevo de trabajo dentro de la Química, sin que previamente se les hayan impartido clases magistrales o de otro carácter, relativas al tema a desarrollar, en este caso "Técnicas de microextracción", temática trabajada en el área de Química Analítica. Por otro lado, teniendo en cuenta el número de alumno que habitualmente se matriculan en asignaturas de Máster con carácter optativo, es posible trabajar con un único grupo de trabajo de forma muy cómoda y fluida, garantizando que todos trabajan el tema, todos pueden participar en las sesiones presenciales, y el profesor, en su papel de organizador y guía, puede seguir el aprendizaje de cada alumno, con el fin de poder evaluar finalmente la actividad.

## Etapas de la aplicación del ABP

### 1. Lectura y análisis del escenario del problema

El 19 de noviembre de 2002 el buque petrolero "Prestige" se hundió frente a las costas españolas de Galicia, ocasionando un vertido de fueloil que provocó uno de los mayores desastres ecológicos acaecidos en España hasta entonces. El producto vertido tenía una elevada densidad y viscosidad, siendo su composición 22% de hidrocarburos saturados, 50% de hidrocarburos aromáticos y 28% de resinas y asfaltenos. La fracción de hidrocarburos aromáticos era muy compleja. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) encontrados fueron nافتالeno, fenantreno, dibenzotiofeno, fluoranteno, criseno, alquil-derivados de éstos y además de otros de mayor peso molecular. Los PAHs son contaminantes medioambientales, algunos de ellos clasificados por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como carcinógenos [4]. La Agencia de Protección Ambiental Estadounidense (US EPA) incluye 16 PAHs en la lista de contaminantes prioritarios [5], caracterizados por su toxicidad, persistencia y bioacumulación. Consecuentemente, considerando la toxicidad de estos compuestos sobre el hombre, su análisis en especies de interés pesquero que habitan en las costas que sufrieron el desastre resulta de gran importancia. A punto de cumplirse una década del desastre ecológico se propone abordar el análisis de rape, merluza y gallo mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Considerando que los niveles encontrados para seis PAHs un mes después del desastre se hallaban muy por debajo del nivel guía propuesto, 20 ng/g, se plantea ahora aplicar al extracto líquido obtenido a partir de la muestra sólida, a una etapa de preconcentración centrada en técnicas miniaturizadas.

A continuación el profesor indicará una serie de referencias bibliográficas y/o bases de datos, véase algún ejemplo en el apartado de bibliografía [6-8], para que los alumnos puedan extraer una panorámica general de las distintas técnicas de microextracción:

Microextracción en fase líquida (LPME)	Microextracción con gota simple (SDME)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dos fases (USAEME)</li> <li>Tres fases (DLLME)</li> </ul>	
	LPME asistida por membrana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibra hueca (HF-LPME)</li> <li>Bolsa de membrana</li> <li>Membrana flat-sheet</li> </ul>	
Microextracción en fase sólida (SPME)	Microextracción con agitación de muestra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibras SPME</li> <li>Extracción por adsorción en barras agitadoras (SBSE)</li> <li>Microextracción de película delgada</li> </ul>	
	Microextracción en flujo de muestra	<ul style="list-style-type: none"> <li>SPME en tubo</li> <li>SPME en aguja</li> <li>SPME en punta</li> </ul>	

### 2. Proceso de lluvia de ideas

Una vez que los alumnos han trabajado en grupo la bibliografía aportada, conocen el fundamento de las distintas técnicas de microextracción, sus principales características y aplicaciones, pueden comenzar a aportar ideas acerca de las distintas posibilidades de elección. Las ideas van apareciendo como un bombardeo para confeccionar un listado que será la base de trabajo de la siguiente etapa.



### 3. Análisis de ideas, preguntas, explicaciones, formulación de hipótesis, etc.

Esta etapa resulta muy interactiva entre los alumnos con el profesor actuando con un rol moderador y organizador, a la vez que guía el análisis de la cuestión si en algún momento toma caminos erróneos. Conviene en esta etapa distinguir en el listado entre los datos conocidos de los analitos y los desconocidos o dudosos, que abrirán una serie de preguntas y explicaciones principalmente entre los alumnos, sopesando la necesidad de ampliar la búsqueda bibliográfica llevada a cabo a raíz de la primera etapa. En esta etapa se establece un *feedback* entre los alumnos ya que cada uno va exponiendo sus ideas sobre las que el resto de compañeros opinan, tomando conciencia de la situación a la que se enfrentan.



### 4. Formulación de los resultados del análisis

Los alumnos elaboran una tabla donde presentan las posibilidades de cada técnica de microextracción para el propósito planteado. Dicha tabla ha de indicar condiciones experimentales de trabajo con cada técnica (ej. Tipo de fibra si se usa SPME, tipo y volumen de disolvente orgánico si se emplea LPME, tiempos de extracción, necesidad de derivatización, etc.) así como la compatibilidad con el método de análisis empleado (GC-MS). La elaboración de esta tabla garantiza resultados en el aprendizaje: el alumno conoce el fundamento de cada técnica y su modo de aplicación práctica.



### 5. Aprendizaje independiente basado en resultados

En esta etapa los alumnos trabajan y estudian toda la información obtenida y previamente discutida. Puede ser muy útil que cada técnica de microextracción previamente aprobada como una posibilidad de solución al problema (en base a los resultados formulados en la etapa anterior) sea estudiada de forma individual o en grupos muy reducidos, con el fin de poder profundizar en los distintos aspectos teóricos y prácticos.



### 6. Síntesis y presentación de la información final

Los alumnos vuelven de nuevo a trabajar en equipo poniendo en común todos los hallazgos y conclusiones realizadas para poder elaborar y presentar toda la información final



El proceso puede volver a comenzar con la formulación de otro problema, por ejemplo: Una partida de vino de una bodega comarcal no podido introducirse en el mercado al detectarse el típico "olor a tapon" y sabor a "vino picado". En estos casos la principal fuente de contaminación suelen ser los clorofenoles empleados con distintos propósitos durante la elaboración del vino. Por tanto, y considerando que dichos compuestos aportan el defecto al vino aun apareciendo en muy bajas concentraciones, es necesario incluir una técnica de microextracción previa a su determinación mediante GC-MS.

## Conclusiones

Como conclusión estrella para esta técnica es el desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado: dado que no han sido meros receptores de información acerca de las distintas técnicas de microextracción, sino que ellos han tenido que extraer de la bibliografía los fundamentos, características, ventajas, desventajas y aplicaciones, se garantiza que la aplicación de esa información al problema concreto planteado conlleva un aprendizaje activo y significativo de la temática tratada.

La autonomía de trabajo en los alumnos matriculados en Máster Universitarios asegura una participación activa fruto de una actitud positiva hacia el aprendizaje, así como unos resultados óptimos en el desarrollo de esta metodología de trabajo en equipo y de forma individual. Resumiendo, es posible conseguir un aprendizaje integral.

## Bibliografía

- PRIETO, L. (2006): Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas, Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 64 (124) 173-196.
- DUCH, B.J.; GROH, S.E.; ALLEN, D.E. (2001): *The power of Problem-Based Learning*. Stylus Pub. Sterling, Virginia.
- RIVERÓN PORTELA, O.; ALFONSO, J.; GÓMEZ ARGÜELLES, A.; GÓMEZ MORALES, C. (2001): Aprendizaje basado en problemas: una alternativa educativa. *Contexto Educativo*. Año III, Nº 18.
- World Health Organization International Agency for Research on Cancer (1998). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, vol 32 (online). <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol32/p001>.
- US Environmental Protection Agency (2007). *Semivolatile target compound list and corresponding CRLs*. <http://www.epa.gov/osw/monitoring/semivolatiles/semivolatiles.crl>.
- NERIN, C.; SALAFRANCA, J.; AZNAR, M.; BATTLE, R. (2009): Critical review on recent developments in solventless techniques for extraction of analytes, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 393, 809-833.
- PRIETO, A.; BASAURI, O.; RODIL, R.; USOBIAGA, A.; FERNÁNDEZ, L.A.; ETXEBARRIA, N.; ZULOAGA, O. (2010): Stir-bar sorptive extraction: A view on method optimisation, novel applications, limitations and potential solutions.
- LORD, H.; PAWLISZYN, J. (2000): Evolution of solid-phase microextraction technology. *Journal of Chromatography A*, 885 (2000) 153-193.