

## APRENDIZAJE DE PROCESOS ANALÍTICOS MEDIANTE CLASES PRÁCTICAS CON LABORATORIOS VIRTUALES

**SIERRA FERNÁNDEZ, J. (1); BOSQUE SENDRA, J. (2); GARCÍA CAMPAÑA, A. (3); BLANC GARCÍA, R. (4); DEL IRUELA, M. (5); GÁMIZ GRACIA, L. (6) y ALÉS BARRERO, F. (7)**

(1) I.E.S. HIPONOVA. universidad de Granada [jolusierra@wanadoo.es](mailto:jolusierra@wanadoo.es)

(2) universidad de Granada. [jbosque@ugr.es](mailto:jbosque@ugr.es)

(3) universidad de Granada. [amgarcia@ugr.es](mailto:amgarcia@ugr.es)

(4) universidad de Granada. [rblanc@ugr.es](mailto:rblanc@ugr.es)

(5) universidad de Granada. [mdolmo@ugr.es](mailto:mdolmo@ugr.es)

(6) universidad de Granada. [lgamiz@ugr.es](mailto:lgamiz@ugr.es)

(7) universidad de Granada. [fales@ugr.es](mailto:fales@ugr.es)

---

### Resumen

Este trabajo forma parte de un proyecto de innovación docente financiado por la Universidad de Granada durante el curso 2008-09 y pretende que el alumnado del Departamento de Química Analítica de los primeros cursos de Química, Ingeniería Química, Ciencias Ambientales y Farmacia sea capaz de interrelacionar los aspectos teóricos y prácticos de diversos procesos analíticos mediante el uso de laboratorios virtuales en las sesiones prácticas.

Con este fin, las clases prácticas son planificadas y diseñadas para implementar laboratorios virtuales de algunos procesos analíticos básicos, de modo que el alumnado pueda realizar cada trabajo práctico como en el laboratorio real, pero al mismo tiempo relacione las distintas etapas con los fundamentos teóricos en los que se sustentan y con los distintos aspectos numéricos que derivan de ellas.

---

### Objetivos

Este trabajo forma parte de un proyecto de innovación docente financiado por la Universidad de Granada durante el curso 2008-09 y pretende que el alumnado de Química Analítica de los primeros cursos de Química, Ingeniería Química, Ciencias Ambientales y Farmacia sea capaz de interrelacionar los aspectos teóricos y prácticos de diversos procesos analíticos mediante el uso de laboratorios virtuales.

Con este fin, las clases prácticas son planificadas para implementar laboratorios virtuales de procesos analíticos básicos, de modo que el alumnado realice cada trabajo práctico como en el laboratorio real, relacionando las etapas del proceso analítico con los fundamentos teóricos en los que se sustentan y con descripciones microscópicas y simbólicas. Las actividades desarrolladas por el alumnado en el marco de este proyecto constituyen las *actividades académicamente dirigidas* (AAD) contempladas en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Más concretamente, el proyecto persigue los siguientes objetivos:

- » Analizar desde una perspectiva didáctica los procesos analíticos de hidrólisis de sales, dureza de un agua, demanda química de oxígeno y determinación de nitrógeno mediante el método de Kjeldahl, teniendo en cuenta:
  - a) Aspectos metodológicos importantes
  - b) Relación entre los aspectos teóricos y su aplicación en el laboratorio
  - c) Cálculos numéricos implicados
  - d) Competencias científicas a adquirir por nuestro alumnado
    - » Establecer los puntos críticos de los procesos analíticos desde un punto de vista didáctico.
    - » Planificar y elaborar las prácticas en el entorno de un laboratorio virtual.
    - » Diseñar y desarrollar en Flash las prácticas de laboratorio virtual.
    - » Diagnosticar el nivel inicial de competencia del alumnado sobre los procesos analíticos mediante un cuestionario elaborado *ex profeso*.
    - » Validar en el aula el material curricular elaborado.
    - » Diagnosticar el nivel de conocimiento alcanzado por el alumnado sobre los procesos analíticos tras el desarrollo de la experiencia educativa.
    - » Comparar estadísticamente el nivel de competencia del alumnado sobre los procesos analíticos antes y después de realizar la experiencia con el entorno informático de simulación.
    - » Evaluar la calidad y utilidad del material curricular elaborado.

## Marco teórico

Por lo general, el alumnado encuentra dificultades para alcanzar un aprendizaje significativo de la química en las distintas etapas educativas. La persistencia de las concepciones alternativas del alumnado sobre distintos conceptos químicos impide su comprensión significativa. En consecuencia, los estudiantes suelen memorizar procedimientos algorítmicos y contenidos poco relevantes con el único fin de superar los

exámenes. Además, habitualmente los trabajos prácticos (TP) de laboratorio dirigen excesivamente la actuación del estudiante para lograr los resultados esperados en el menor tiempo posible. De este modo, se pierde una ocasión única para acercar al estudiante la investigación científica, ya que los TP presentan el potencial no sólo de ayudar a confirmar y elaborar conocimiento teórico en un contexto significativo, sino que facilitan el aprendizaje de procedimientos científicos.

Por otra parte, el alumnado implicado en un TP suele prestar demasiada atención a detalles manipulativos poco relevantes, en detrimento de otras tareas más creativas. Por consiguiente, orientar la atención de la actividad cognitiva del estudiante durante los TP es una cuestión primordial, así como promover su capacidad para discernir y procesar la información relevante para alcanzar un aprendizaje significativo (Winberg y Berg, 2007). En este sentido, distintos investigadores han considerado los TP con laboratorios virtuales mediante simulación por ordenador como actividades previas al trabajo en el laboratorio real, que facilitan la conexión entre la teoría y la práctica y mejoran el aprendizaje en el laboratorio real (Martínez-Jiménez et al., 2003; Limniou et al., 2009).

La simulación por ordenador de fenómenos químicos constituye un espacio intermediario entre lo concreto y lo abstracto, que facilita la puesta en relación de la realidad y las teorías científicas mediante diversas representaciones simbólicas, permite la manipulación de modelos por el alumnado y el aprendizaje tanto de conocimiento conceptual, procedimental como actitudinal (Sierra et al., 2007).

En un contexto de aprendizaje flexible, continuo y centrado en el estudiante, el EEES propone al alumnado universitario la realización de AAD, lo que supone un entorno idóneo para que el alumnado de química asuma y supere sus concepciones alternativas resolviendo problemas abiertos concebidos como investigaciones dirigidas por el profesor (Sierra et al., 2008).

## **Desarrollo del tema**

A lo largo del curso 2008-09 estamos elaborando distintas sesiones prácticas de laboratorio sobre un entorno informático de simulación de procesos analíticos básicos (objetivos 1-4). Los estudiantes realizan cada práctica en parejas, abordando los procesos analíticos como trabajos de investigación guiada por las preguntas propuestas en el entorno informático, así como por la información interactiva ofrecida sobre las descripciones microscópica, macroscópica y simbólica del proceso analítico estudiado (objetivo 6).

Asimismo, el análisis de las respuestas del alumnado a las cuestiones incluidas en cada proceso analítico permite al programa informático adaptar la cantidad de información ofrecida al ritmo de aprendizaje de cada estudiante (objetivo 5).

Además, el entorno informático contiene el siguiente material complementario:

- Guía teórico-práctica de cada proceso analítico, que aportará al estudiante la información mínima para utilizar el simulador informático.
- Cuestionario de evaluación inicial de las competencias que el estudiante posee sobre cada proceso

analítico.

- Cuestionario de evaluación final de las competencias adquiridas.

Una vez concluidas todas las sesiones prácticas con el laboratorio virtual, los resultados de los cuestionarios serán analizados estadísticamente con objeto de valorar los aprendizajes alcanzados (objetivo 8) e identificar los aspectos mejorables del software (objetivo 9).

## Conclusiones

Consideramos que el modelo didáctico de aprendizaje por investigación es viable en la enseñanza de la química analítica del primer curso universitario, a pesar de las dificultades que debe abordar el profesorado, como se puso de manifiesto en otro proyecto de innovación docente que desarrollamos durante tres años (Sierra et al., 2008).

La aplicación de este modelo didáctico en las aulas universitarias se ve favorecida por un marco legal que ampara las AAD y por el uso de laboratorios virtuales basados en la simulación por ordenador.

Actualmente estamos finalizando la implementación en Flash de las prácticas de laboratorio y prevemos que a finales de mayo podremos llevar al aula el material elaborado. Los resultados estadísticos serán obtenidos en junio de 2009 al finalizar este proyecto de innovación docente.

## Bibliografía

LIMNIOU, M., PAPADOPOULOS, N. y WHITEHEAD, C. (2009). Integration of simulation into pre-laboratory chemical course: Computer cluster versus WebCT. *Computers & Education*, 52, 45-52.

MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, P., PONTES-PEDRAJAS, A., POLO, J. y CLIMENT-BELLIDO, M.S. (2003). Learning in Chemistry with Virtual Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 80(3), 346-352.

SIERRA, J.L., PERALES, F.J., SÁNCHEZ, A. y MARTÍNEZ, S. (2007). Aprendiendo física en bachillerato con simuladores informáticos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 89-97.

SIERRA, J.L., GARCÍA-CAMPAÑA, A.M., BOSQUE, J.M., DEL OLMO, M., BLANC, R., ALÉS, F. y GÁMIZ, L. (2008). Aprendiendo sobre el equilibrio químico mediante investigación dirigida con laboratorios virtuales. *XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería del 9 al 12 de septiembre.

WINBERG, T.M. y BERG, C.A.R. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1108-1133.

#### CITACIÓN

SIERRA, J.; BOSQUE, J.; GARCÍA, A.; BLANC, R.; DEL, M.; GÁMIZ, L. y ALÉS, F. (2009). Aprendizaje de procesos analíticos mediante clases prácticas con laboratorios virtuales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2459-2463  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2459-2463.pdf>