



## UNA QUÍMICA ANALÍTICA ALTERNATIVA. Aprendizaje con métodos activos

Autors: María Isabel Pividori y Víctor Mantovani

Grup de Sensors i Biosensors

Departament de Química, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, Catalunya  
Cátedra de Química Analítica I, Departamento de Química, Facultad de Bioquímica y  
Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

e-mail: [Isabel.Pividori@uab.cat](mailto:Isabel.Pividori@uab.cat)

url: <http://einstein.uab.es/ipividori>

### RESUM DE L'EXPERIÈNCIA

Se presenta un nuevo proyecto para el aprendizaje universitario de la química analítica con métodos activos. La hipótesis inicial del trabajo consiste en considerar que una acción docente se lleva a cabo con calidad cuando permite que un alumno apruebe la asignatura como mínimo con un 50 % de la calificación final.

Se pretende generar durante el cursado de la asignatura un ámbito que promueva: i) la adquisición de conocimientos; ii) la capacidad de autoevaluación del aprendizaje; iii) la capacidad de decisión; iv) la libertad para generar conceptos; v) la creatividad para el desarrollo del espíritu científico en el ámbito de la ciencia.

Los instrumentos para la acción docente con métodos activos consisten en:

- i) la creación de un ámbito virtual de interacción permanente alumno/tutor y que promueva la adquisición de conocimientos fuera del ámbito el aula;
- ii) el aprendizaje autónomo dirigido mediante problemas analíticos reales para desarrollar la toma de decisiones;
- iii) la evaluación cuantitativa continuada mediante parciales a los alumnos y un sistema de acreditación de puntos
- iv) El examen final para alcanzar la promoción de la asignatura.

La evaluación de la acción docente se desarrollará usando como instrumentos los siguientes indicadores de calidad: i) el control de calidad de las evaluaciones realizadas, ii) la evaluación cualitativa continuada mediante encuestas y entrevistas; iii) la autoevaluación de los alumnos, iv) la coevaluación entre estudiantes; v) la autoevaluación docente; vi) la encuesta final a los alumnos. Finalmente se comprobará la correspondencia entre los valores aceptados de los mismos y la promoción de la asignatura.

### PARAULES CLAU

Química, Evaluación continuada, Métodos Activos



## INTRODUCCIÓN

Los numerosos cambios que ha traído aparejado la aparición de nuevas tecnologías así también como la globalización, que ha sido en parte promovida por la red de las redes, han tenido una influencia profunda en nuestra sociedad, en numerosos ámbitos. La educación, de más está decir, no escapa a esa importante influencia.

En nuestra sociedad, el hecho de que la comunicación sea posible de manera prácticamente inmediata y que la información esté disponible prácticamente de manera global, diversificada, y de manera más económica mediante los buscadores viene provocando cambios profundos que no pueden ser ignorados por los educadores.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), delineado en sus primeras fases por la declaración de Bolonia (1999), con su continuidad con la declaración de Praga (2001) y posteriormente la Declaración de Berlín (2003), se plantea hoy como una realidad educativa europea común, ante esos cambios innegables de la sociedad. La aparición del EEES como respuesta a una preparación educativa frente a un mercado laboral cambiante, a la movilidad de estudiantes –y trabajadores–, al aumento exponencial de los conocimientos disciplinarios, a la necesidad de formación continuada, se plantea como un verdadero reto para los educadores. Y para los educandos.

Este proceso plasmado en un espacio de educación superior europeo, ya escapa a sus fronteras y se plantea como un modelo a seguir en Latinoamérica, como un ejemplo más de la globalización, en este caso, educativa.

En el ámbito de la química analítica y de la bioanalítica los cambios de los últimos años no han sido sino espectaculares. Los avances de la tecnología, de la informática, de la electrónica, de la fabricación a escala micro y nano, han promovido el desarrollo de metodologías químicas cada vez más potentes que necesitan el aporte y concurrencia de numerosas disciplinas científicas. La necesidad de resultados químicos en áreas cada vez más diversas, con un alto rendimiento, rapidez, simplicidad y bajo coste, requiere la formación continuada y multidisciplinar para cumplir las expectativas no sólo del mercado laboral sino del mundo de la investigación y el desarrollo.

Ante estos cambios, como educadores debemos responder con un cambio en nuestros roles tradicionales. El profesor pasa de ser el centro del proceso enseñanza-aprendizaje a ser un mero conductor/guía/tutor del proceso de aprendizaje autónomo. Las clases magistrales en el que el profesor despliega un arsenal de conocimientos en las que la única participación del alumno consiste en asistir/escuchar, debería ser reemplazadas por nuevas estrategias de autoaprendizaje tutorizado. Pero, ¿cómo se puede conseguir este reto en una disciplina como la Química Analítica y con los recursos con los que disponemos?

El presente trabajo plantea una primera aproximación para cumplir este objetivo, que se pondrá en práctica en el curso 06/07 en la asignatura de Química Analítica II de la Titulación de Licenciatura Química de la Universidad Autònoma de Barcelona, inspirado en un modelo implementado con anterioridad y en la asignatura de Química Analítica I de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

El modelo consiste en promover un ámbito de la enseñanza de la Química Analítica que favorezca el autoaprendizaje tutorizado basado en nuevas estrategias y en un ámbito virtual de presentación de la asignatura, así como en la evaluación, coevaluación y autoevaluación continuada de la adquisición de conocimientos y habilidades<sup>1-4</sup>. Este



modelo será optativo, pudiendo los alumnos adherirse o no, en esta primera aproximación del curso 2006/2007. En este caso se espera un grupo de 90 alumnos.

La enseñanza de la Química Analítica con métodos activos plantea como hipótesis inicial en considerar que la acción docente se lleva a cabo con calidad cuando permite que un alumno apruebe la asignatura como mínimo con un 50 % de la calificación final.

Los objetivos generales consisten en promover, en el ámbito de la Química Analítica:

- i) la adquisición de conocimientos;
- ii) la capacidad de autoevaluación continuada del aprendizaje;
- iii) la capacidad de decisión;
- iv) la libertad para generar conceptos;
- v) la creatividad para el desarrollo del espíritu científico en el ámbito de la ciencia.

## **INSTRUMENTOS DE LA ACCIÓN DOCENTE CON MÉTODOS ACTIVOS**

### **Del planteo de objetivos**

Consideramos que para conseguir el autoaprendizaje tutorizado es de primordial importancia el planteo de objetivos claros, concisos y alcanzables a corto, mediano y largo plazo. Estos objetivos serán concretos, y dirigidos hacia la adquisición de conocimientos así también como de habilidades. Los alumnos deben conocer claramente los objetivos antes de emprender el proceso de aprendizaje. Por otro lado, es importante destacar que los mismos se plantean para cada una de los ejes temáticos de la asignatura de Química Analítica II.

Cabe destacar que una de las estrategias de autoevaluación por parte de los alumnos consistirá en decidir si los objetivos han sido alcanzados, y el grado de calidad con que los mismos han sido alcanzados.

### **De la web**

Uno de los principales instrumentos consiste en una creación de un espacio virtual <http://einstein.uab.es/ipivitori> que favorezca la interacción permanente alumno/tutor. En este espacio virtual el alumno encontrará todas las herramientas necesarias para conseguir los objetivos de la asignatura. En la página web se plasmarán el programa de la asignatura, los objetivos, las presentaciones en power point, la bibliografía, y los link necesarios para el autoaprendizaje, los cuestionarios necesarios para la evaluación continuada y las encuestas. Así mismo se presentarán de manera amena tutoriales que favorezcan el aprendizaje de un concepto, de realización no obligatoria. Dichos tutoriales consisten en actividades que el alumno pueda desarrollar *on-line* para culminar el proceso de comprender un concepto abstracto mediante un ejemplo cotidiano sencillo. La importancia de la web es idéntica a la de las clases presenciales. La página web tiene también un espacio 'foro' donde el tutor expresa preguntas curiosas y especiales para motivar a los alumnos hacia la búsqueda bibliográfica y hacia la adquisición de conocimientos fuera del ámbito el aula. Esta actividad es de carácter no obligatorio.



### **De las clases presenciales**

Las clases presenciales serán sólo una ayuda más para la adquisición de conocimientos y habilidades. Los conceptos serán presentados utilizando el power point, y las presentaciones podrán conseguirlas los alumnos en la web con una semana de antelación a la clase presencial. El objeto de dichas presentaciones es orientar a los alumnos hacia los conceptos que deberán ser adquiridos.

Las clases presenciales consistirán en el planteo de un problema analítico al inicio de la misma. En las clases presenciales el profesor hace un repaso de los contenidos teóricos necesarios para poder cumplimentar el problema que se plantee, y los alumnos tendrán una amplia participación en las mismas.

### **De la resolución de problemas**

Como ya se comentara, por cada eje temático del programa se plantea una serie de objetivos. Además, al inicio de cada actividad se plantea un problema que deberá ser resuelto por el alumno en la modalidad 'entregable' si opta por la evaluación continuada. El problema está planteado de manera tal que englobe los conceptos que deben ser adquiridos así como para favorecer la toma de decisiones y la capacidad creativa.

### **De la evaluación continuada optativa**

Los alumnos pueden optar a una evaluación continuada en esta primera aproximación en el curso 2006/2007. Dicha evaluación continuada se plantea para cada uno de los ejes temáticos principales del programa, que son 10. La evaluación de estos 10 entregables representará el 30 % de la calificación final de la asignatura en la primera y en la segunda convocatoria, 10 % vendrán dado por dos evaluaciones parciales de conceptos teóricos con el sistema tipo *test*<sup>5,6</sup>, correspondiendo el 60 % restante de la calificación al examen final integrador. El alumno que primero responda de manera correcta la pregunta sobre un tema que se plantee en el foro tendrá un 100 % en el tema del entregable correspondiente, eximiéndose de su presentación, como una estrategia de motivación para la participación en el foro y para promover la adquisición de conocimientos fuera del ámbito el aula.

La calificación de seis de estos entregables estará dada por la calificación obtenida según la evaluación del tutor.

Dos de estos entregables serán tanto evaluados como autoevaluados. La calificación final vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ entregable autoevaluado} = \% \text{ ME} \times \text{DC}$$

Siendo el % ME el % mayor que se haya obtenido, sea el del tutor o el de la autoevaluación y el DC el diferencial de corrección, que viene dado por la siguiente ecuación:

$$DC = 1 - \left| \frac{\% AE - \% ET}{100} \right|$$



### III Jornada d'Innovació Docent 2006

Siendo AE el % de la autoevaluación, y el ET la evaluación del tutor. Así, cuanto más se aproxime el % AE de la autoevaluación al % ET de la evaluación del tutor, más parecido será a 1 el diferencial de corrección DC y menos se alejará la calificación total obtenida de la máxima evaluación obtenida ME.

En esta modalidad los alumnos no conocerán la calificación otorgada por el tutor. La resolución correcta del entregable se colgará en el espacio virtual y posteriormente se discutirá en clase. Teniendo en cuenta la resolución correcta, cada alumno se autoevaluará.

Además de dos entregables autoevaluados, dos de estos entregables serán tanto evaluados como coevaluados entre pares decididos por los propios alumnos. La calificación final vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ entregable autoevaluado} = \% \text{ ME} \times \text{DC}$$

Siendo el % ME el % mayor que se haya obtenido, sea el del tutor o el de la coevaluación y el DC el diferencial de corrección, que viene dado por la siguiente ecuación:

$$DC = 1 - \left| \frac{\% CE - \% ET}{100} \right|$$

Siendo CE el % de la coevaluación, y el ET la evaluación del tutor. Así, cuanto más se aproxime el % CE de la coevaluación al % ET de la evaluación del tutor, más parecido será a 1 el diferencial de corrección DC y menos se alejará de la máxima evaluación obtenida la calificación total obtenida.

En esta modalidad los alumnos no conocerán la calificación otorgada por el tutor, al igual que en el caso de la autoevaluación. La resolución correcta del entregable se colgará en el espacio virtual y posteriormente se discutirá en clase. A partir de ahí cada par de alumnos se coevaluará en parejas, fuera del ámbito de la clase.

El 10 % de la evaluación final se obtendrá con dos evaluaciones tipo *test*<sup>5,6</sup> de 1 hora de duración cada una. Esta evaluación será sobre la adquisición de conceptos teóricos e introducirá a los alumnos en la metodología de evaluación tipo *test* del examen final integrador.

#### **Del examen final integrador**

Su valor es de 60 % de la nota final si se optó por la evaluación continuada. Su objeto es integrar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura. El 30 % es un examen de problemas, cada uno de los cuales (tres) valdrá un 10 %, que valora tanto conocimientos como las habilidades adquiridas. El otro 30 % viene de la respuesta de un cuestionario tipo *test* de contenido teórico<sup>5,6</sup>.

Si no se optó por la evaluación continuada, la evaluación de la asignatura se concentra en este examen final integrador, consistiendo el 50 % en la regulación de problemas y el otro 50 % en el examen tipo *test*. Para promediar se tiene que tener al menos un 40 % (4 sobre 10) en cada una de las partes.



## De la evaluación de la acción docente y del control de calidad de las estrategias de evaluación

La evaluación de la acción docente se desarrollará usando como instrumentos los siguientes indicadores de calidad: i) el control de calidad de las evaluaciones realizadas, ii) la evaluación cualitativa continuada mediante encuestas y entrevistas; iii) la autoevaluación de los alumnos, iv) la coevaluación entre estudiantes; v) la autoevaluación docente; vi) la encuesta final a los alumnos.

El control de calidad de las evaluaciones se realizará mediante el uso de programas informáticos diseñados para tal fin, tales como Metrix y TestGraf<sup>7</sup>.

Finalmente se comprobará la correspondencia entre los valores aceptados de los mismos y la promoción de la asignatura.

### Conclusiones

El presente modelo de enseñanza con métodos activos de la Química Analítica II que se implementará en el curso 2006/2007 en un grupo de aproximadamente 90 alumnos de la Llicenciatura Química de la Universitat Autònoma de Barcelona integra numerosas estrategias innovadoras, tales como la evaluación continuada, la coevaluación y la autoevaluación, mediante el uso de recursos virtuales y la creación de una página web, y el aprendizaje mediante la resolución de problemas. Cabe destacar que dicho modelo es una primera aproximación para adecuarse a la enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. Como ya se comentara, este modelo será optativo, pudiendo los alumnos adherirse o no, en esta primera aproximación del curso 2006/2007. Sin embargo se espera que en función del éxito obtenido respecto a los grupos controles (cursos anteriores, cursos en los que no se aplica la enseñanza con métodos activos) dicho modelo se implemente a la totalidad del grupo de los alumnos.

### Bibliografía

<sup>1</sup> Arter, J.; Spandel, V. (1991). Using portfolios of student work in instruction and assessment. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory.

<sup>2</sup> Bravo Arteaga, A.; (2000). La evaluación convencional frente a los nuevos modelos de evaluación auténtica. *Psicothema*, 12 (Supl. nº 2), 95-99.

<sup>3</sup> Messick, S. J. (1998). Alternative modes of assessment, uniform standards of validity. In M. D. Hakel (Ed.), *Beyond multiple choice: Evaluating alternatives to traditional testing for selection*: 59–74. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

<sup>4</sup> Resnick, L.B. y Resnick, D.P. (1991). Assessing the thinking curriculum: New tools for educational reform. En B.G. Gifford y M.C. O'Conner (Eds.) *Changing assessments: alternative views of aptitude, achievement and instruction*. (pp. 37-75). Boston: Kluwer Academic Publishers.

<sup>5</sup> Moreno, R.; Martínez, R.; Muñoz, J. (2004). Directrices para la construcción de ítems de elección múltiple. *Psicothema*, 16(3), 490-497.

<sup>6</sup> Osterlind, S.J. (1998). *Constructing test items: Multiple-choice, constructed-response, performance, and other formats* (2nd ed.). Boston: Kluwer Academic Publishers.

<sup>7</sup> Renom, J., Solanas, A., Doval, E. i Peña, M.I. (2002). *PIERT: tutorial multimedia para el diseño de pruebas de rendimiento*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.