

DESARROLLO Y APLICACIÓN DE MATERIALES VIRTUALES EN ESPAÑOL Y EN INGLÉS PARA UN CURSO DE QUÍMICA ANALÍTICA

**José María Palacios Santander, Miguel Milla González, Dolores Bellido Milla,
José Luis Hidalgo Hidalgo de Cisneros, Ignacio Naranjo Rodríguez, Laura
Cubillana Aguilera**

Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, Campus Universitario de Puerto Real, Avenida República Saharaui S/N, 11510, Puerto Real – Cádiz
– SPAIN, josem.palacios@uca.es, miguel.milla@uca.es, dolores.milla@uca.es,
jluis.hidalgo@uca.es, ignacio.naranjo@uca.es, laura.cubillana@uca.es

Resumen

El objetivo principal de la presente actuación consiste en la creación de un CURSO INTERACTIVO DE QUÍMICA ANALÍTICA basado en la elaboración de un amplio conjunto de materiales virtuales, en muchos de los casos en inglés, y sustentado sobre las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs), dirigido, fundamentalmente, a estudiantes del Grado en Química. No obstante, también pretende ser una herramienta útil estudiantes de otras ramas científicas en general, así como para profesionales de la enseñanza y del campo científico-tecnológico no especialistas en Química Analítica, pero que necesitan conocer algunos fundamentos y aplicaciones de esta materia. La metodología de trabajo está basada en el desarrollo de ficheros animados en Power Point u Open Office, varios tipos de ficheros interactivos en Flash y videoclips de corta duración donde se muestra el manejo y funcionamiento de algún equipo o el desarrollo de alguna experiencia de laboratorio, junto con fotografías mostrando equipos y sus componentes o montajes de laboratorio, etc. Los materiales desarrollados se utilizan actualmente por los autores durante su docencia diaria, con gran aceptación por parte del alumnado. Además, se encuentran a disposición de los alumnos a través de la plataforma virtual de Moodle y en el Repositorio de Objetos Digitales (RODIN) de la UCA.

Palabras clave: nuevas tecnologías aplicadas a la docencia; competencias transversales; uso de recursos y plataformas virtuales.

1 INTRODUCCIÓN

El Plan Bolonia representó un cambio radical en el planteamiento de los estudios universitarios, estructurados en Grados y Másteres, con una etapa de transición que se aplicó a los estudios de Licenciatura mediante las Experiencias Piloto. El cambio supuso una revolución en la forma de concebir el proceso de la enseñanza, hasta entonces basado en la lección magistral. Se concedió al estudiante un papel más protagonista en su formación, tal que ahora una parte importante de ésta debía conseguirla mediante su trabajo personal y no sólo con los conocimientos adquiridos en clase.

El modelo de enseñanza-aprendizaje en la universidad española actual se basa en la adquisición de competencias por parte de los alumnos, que los capacite para su inserción en el mercado laboral. Dentro de la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), las universidades andaluzas se comprometieron a desarrollar sus nuevos planes de estudios con al menos un 70% de competencias en común para cada titulación. Algunas de estas competencias son determinantes para la capacitación laboral de un químico, como, por ejemplo, las competencias referidas al trabajo en el laboratorio. Por consiguiente, se hace más que evidente la necesidad de idear nuevos medios para adaptarse a esta nueva forma de enseñanza.

Por otra parte, nuestra inserción en el EEES va acompañada intrínsecamente de un proceso de internacionalización de la universidad: los crecientes convenios de intercambio de estudiantes Erasmus amplían el número de alumnos extranjeros que recibimos en las aulas y en los laboratorios, aumentando la participación en programas de grado y posgrado a nivel internacional, y de ahí se deriva la necesidad de asegurar también la formación de nuestros alumnos en una competencia transversal básica y común a todos los nuevos Grados como es la comunicación en una segunda lengua. En el área científico-tecnológica, la lengua de referencia es el inglés.

Por todas estas razones, a través de las asignaturas de Química Analítica I, Química Analítica II, Química Analítica III, Química Analítica IV y Química Analítica Avanzada, correspondientes a los semestres tercero a séptimo, respectivamente, del Grado en Química, nos planteamos iniciar y ayudar al alumnado en el proceso de adquisición del conocimiento científico haciendo uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs) como material complementario, esforzándonos, al mismo tiempo, en presentar parte de dicho material en un segundo idioma (inglés). Además, debido a que el Grado en Enología presenta una docencia similar en cuanto al tercer y cuarto semestres (Química Analítica I y II), los estudiantes de esta segunda titulación también se han beneficiado de los materiales elaborados por los autores de este trabajo durante los últimos años.

En el presente trabajo se presenta un conjunto de archivos didácticos virtuales e interactivos de muy diverso contenido, algunos de ellos en formato bilingüe español-inglés, los cuales constituyen un CURSO INTERACTIVO DE QUÍMICA ANALÍTICA. Aunque estos materiales se dirigen en mayor medida a estudiantes del Grado en Química, también se presentan como una herramienta útil para estudiantes de otras ramas científicas y como base de consulta para profesionales de la enseñanza y del campo científico-tecnológico no especialistas en química analítica. Entre estos productos se incluyen: simulaciones de aspectos teóricos de la química, procedimientos para análisis cualitativo y cuantitativo, problemas interactivos, simulación de prácticas por ordenador, ejercicios de autoevaluación, y un largo etcétera. Gracias a estos materiales se pretende mejorar y afianzar el aprendizaje de un buen número de conceptos teóricos de Química Analítica: equilibrio químico, cálculos en reacciones estequiométricas, determinaciones cuantitativas, y en el aspecto práctico, fallos que se vienen observando sobre destrezas en el laboratorio (pesada de muestras, trasvase cuantitativo de disoluciones, enrase correcto de material aforado, etc.). Estos archivos son muy novedosos y resultan muy atractivos tanto por el diseño como por sus características visuales, que permiten al alumno una fácil retención de su contenido. Por otra parte, el empleo de las TICs permite hacer uso de una metodología susceptible de aplicación para cualquier otra rama científica o tecnológica e incluso de las ciencias sociales, siempre con la idea de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El aspecto bilingüe podría, además, incrementar el carácter internacional de los productos resultantes, los cuales serían susceptibles de su utilización en centros de educación superior ubicados más allá de nuestras fronteras.

Hasta donde nosotros conocemos, no hay nada desarrollado, al menos a nivel nacional, que sea comparable a nuestra propuesta, por lo que pensamos que este trabajo puede situar a la UCA como referente en el desarrollo de materiales educativos innovadores.

2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el desarrollo del presente trabajo está basada en los siguientes aspectos:

- a. Desarrollo de ficheros animados, en Power Point u Open Office, para la explicación de los temas en clase o para su consulta a través de las plataformas virtuales.
- b. Desarrollo de ficheros en Flash interactivos de varios tipos: i) ficheros de simulación del funcionamiento de algunas técnicas instrumentales; ii) ficheros para la simulación de prácticas de laboratorio que emulan, paso a paso, la realización experimental de una práctica; iii) ficheros aplicados a la resolución de problemas concretos de interés en el contexto del análisis medioambiental, alimentario, industrial, médico, etc.; iv) ficheros interactivos para la resolución de problemas numéricos, que generarán aleatoriamente datos diferentes cada vez que se aborde su resolución; y v) ficheros interactivos complementarios, para la práctica de cálculos estequiométricos, ajustes de ecuaciones, ejercicios de formulación, etc.
- c. Grabación y posterior edición de películas de vídeo mostrando el manejo y funcionamiento de algún equipo o el desarrollo de alguna experiencia de laboratorio [1].
- d. Siempre que fue posible, el material desarrollado se creó en formato bilingüe español-inglés.

Los ficheros desarrollados fueron utilizados por los autores del presente trabajo como apoyo a su docencia, bien a través de la plataforma virtual o directamente en el aula. Los estudiantes realizaron actividades (ejercicios y prácticas virtuales interactivas, visualización de vídeos, etc.) basadas en los productos obtenidos. Dichas actividades fueron entregadas a través de la web y constituyeron una parte significativa en la evaluación del alumno. Hay que destacar también la posibilidad de acceder libremente a los ficheros desarrollados por medio de la plataforma educativa Open Course Ware (OCW) [2] y a través del Repositorio de Objetos Digitales de la UCA (RODIN) [3].

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ficheros de Power Point/Open Office

Los ficheros de Power Point/Open Office desarrollados constituyen la base de los conocimientos teóricos y parte de los temas de las asignaturas mencionadas con anterioridad, los cuales se han puesto a disposición de los alumnos a través de la plataforma virtual Moodle. Dichos ficheros, que incluyen también ejemplos clave y casos prácticos, constituyen en mayor o menor medida los apuntes de clase de los alumnos, aunque organizados y presentados de forma amena, agradable y animada.

Por ejemplo, la asignatura Química Analítica III, centrada fundamentalmente en el Análisis Instrumental, se distribuye en tres bloques de contenidos: métodos ópticos de análisis, métodos electroanalíticos y métodos cromatográficos [4]. Cada uno de ellos se compone de varias unidades didácticas, y a través de ellas se desarrollan los distintos métodos enumerados, comenzando por aspectos generales, describiendo, posteriormente, las técnicas instrumentales más importantes en cada caso y, terminando, finalmente, con algunas aplicaciones para cada grupo de técnicas.

3.2 Ficheros interactivos en formato flash

El segundo tipo de material docente virtual está constituido por un amplio conjunto de ficheros en formato Flash, que sirven para complementar los conocimientos teóricos. El grado de interactividad de estos ficheros es mucho mayor y existen muy pocas instituciones que tengan desarrollada su docencia a este nivel de interactividad. Son de varios tipos (5 en total) que podemos resumir, fundamentalmente, en tres: ejercicios, simulación del funcionamiento de algunos instrumentos y resolución de prácticas o experiencias de laboratorio. Cada ejercicio, práctica o simulación puede realizarse cuantas veces se desee y será siempre diferente. Esto significa que dos o más alumnos pueden estar a la vez resolviendo un problema numérico o realizando una práctica virtual interactiva determinados, siendo distinto para cada uno de ellos, ya que los datos cambian aleatoriamente.

Como fichero representativo hemos elegido una práctica virtual interactiva: "Empleo del electrodo selectivo de iones (ESI) para el análisis de cloruro. I. Preparación de los reactivos y calibración del electrodo" [4-6]. Este fichero simula todas las etapas para llevar a cabo la práctica en el laboratorio y genera datos aleatorios diferentes para cada operador. La Figura 1 resume la experiencia en varias imágenes correspondientes a diversas capturas de pantalla a lo largo de la simulación.

3.3 Grabaciones de vídeo

Se grabaron varios vídeos, de 5 minutos como máximo de duración, sobre prácticas de laboratorio (valoraciones ácido-base, redox y complexométricas), operaciones básicas (precipitación, filtración y centrifugación) y utilización de técnicas instrumentales (digestor/extractor por microondas). Estos vídeos pueden consultarse en el Repositorio RODIN de la UCA [7].

En los vídeos, se explican los aspectos fundamentales de cada experiencia de laboratorio, prestando especial atención a los detalles prácticos y operativos, y resaltando aquellos puntos que podían presentar mayor dificultad como, por ejemplo, la detección del punto final de la valoración. También se hizo una breve referencia a los fundamentos teóricos necesarios para el correcto desarrollo de las mismas por parte del/a alumno/a. En algunos casos, además, se comentan posibles errores de operación a la hora de realizar la práctica: falsa detección del punto final de la valoración, adición excesiva de valorante y/o de indicador, etc.

3.4 Material bilingüe

Entre los materiales incluidos en esta sección y traducidos al inglés se encuentran: ficheros flash, transparencias de los temas, vídeos en formato pechakucha, guiones de prácticas y hojas de problemas, entre otros. Para la obtención de estos materiales bilingües nos hemos centrado en las asignaturas Química Analítica I y II. Hay que resaltar que ambas asignaturas se encuentran actualmente y en su totalidad en formato bilingüe en la plataforma Moodle correspondiente.

3.5 Evaluación de los materiales

Veamos como ejemplo, el proceso de evaluación relacionado con las grabaciones de vídeo. Con vistas a probar la efectividad de estas herramientas audiovisuales, se llevaron a cabo sesiones prácticas antes y después de que los vídeos se pusiesen a disposición de los/as alumnos/as.

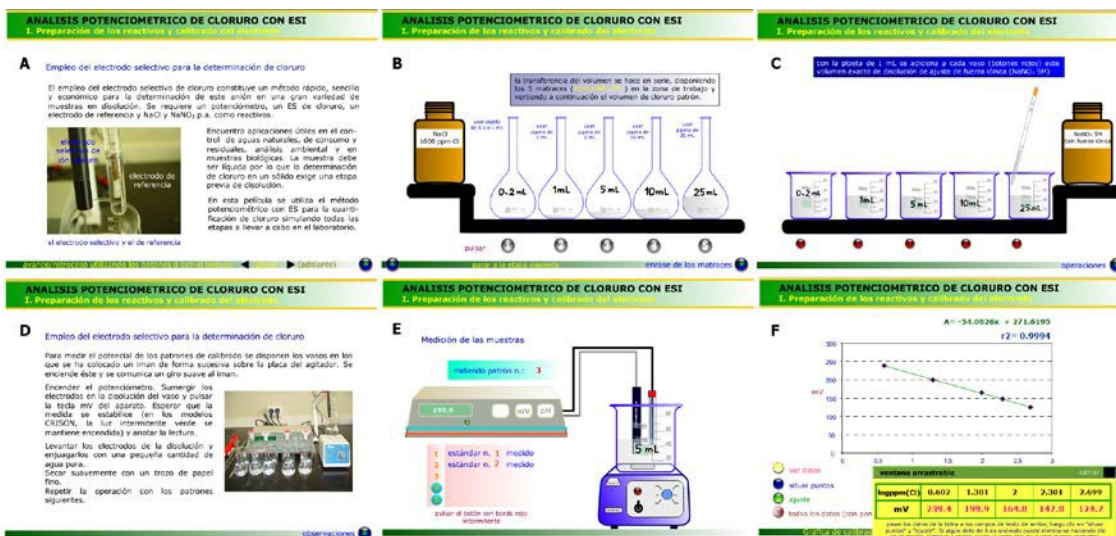


Figura 1: Resumen en varias imágenes de la simulación interactiva llevada a cabo a través del fichero Flash titulado: "Empleo del electrodo selectivo de iones (ESI) para el análisis de cloruro. I. Preparación de los reactivos y calibración del electrodo". A) Explicación teórica, B) preparación de los patrones, C) adición de reactivos, D) explicación del proceso de medición, E) medición de los patrones, y E) representación de los resultados y obtención de la curva de calibración.

Comparemos los errores de valoración obtenidos en la Experiencia 1: Valoración ácido-base, sin visualización previa, con los resultantes de la Experiencia 2: Valoración del cloro activo en una lejía comercial (yodometría), con visualización previa. Los resultados de los errores de valoración para dichas experiencias se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1: Comparación de los errores obtenidos por los alumnos en las experiencias 1 y 2.

Experiencia	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
1	47,0 %	20,3 %	26,0 %	85,4 %	77 %	24 %	0,3 %
2	13,6 %	6,4 %	8,2 %	3,6 %	5,7 %	10,7 %	5,0 %

Como puede verse, salvo para el último grupo (que, por otro lado, fue el mejor), la disminución en los errores de valoración es marcadamente evidente. Esto puede considerarse como un indicativo de la efectividad de las herramientas audiovisuales en la etapa previa a la realización de las experiencias, lo que conduce a un mayor grado de implicación del alumnado y a la mejora de los resultados finales.

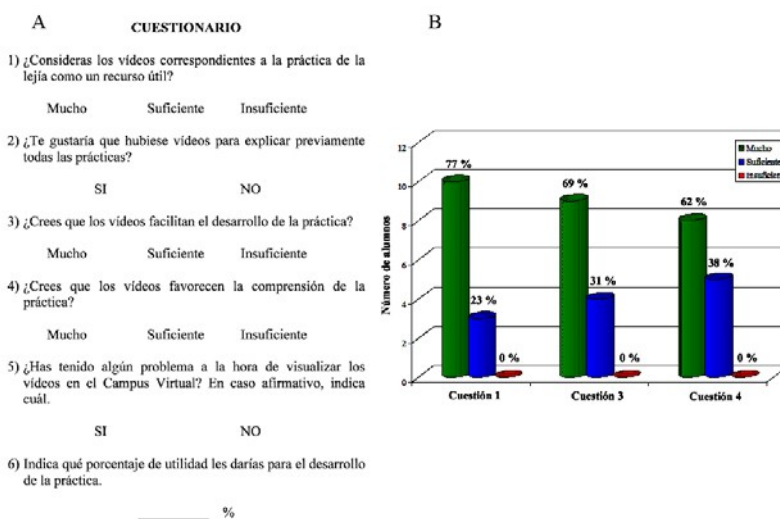


Figura 2: A) Encuesta para conocer el grado de satisfacción del alumnado con respecto al empleo de las herramientas audiovisuales en las prácticas de la asignatura de Química Analítica I. B) Resultados de la encuesta para las cuestiones 1, 3 y 4.

Para conocer el grado de satisfacción del alumnado se llevó a cabo una encuesta individual y anónima, la cual aparece recogida en la Figura 2A. Los resultados obtenidos (Figura 2B) ponen de manifiesto el alto grado de aceptación, por parte del alumnado, de este tipo de instrumento de innovación educativa. Del gráfico se desprende que el 100 % de los/las alumnos/as consideraron que los vídeos eran un recurso muy o suficientemente útil y que ayudaban mucho o de modo suficiente al desarrollo y la comprensión de la práctica. Es más, entre el 60 y el 70 % de los estudiantes otorgaron el máximo voto a las herramientas audiovisuales. Ningún alumno/a catalogó dichos recursos como insuficientes en alguno de los aspectos interrogados. Además, por otro lado, el 100 % de los/las alumnos/as declaró que no sufrió problema alguno con los recursos en la web. Finalmente, y como valoración global de la experiencia, más del 90 % de los estudiantes consideró que la visualización previa del vídeo les resultaba sumamente útil a la hora de enfrentarse al trabajo de laboratorio.

4 CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se ha descrito la creación de un CURSO INTERACTIVO DE QUÍMICA ANALÍTICA basado en la elaboración de un amplio conjunto de materiales virtuales, en muchos de los casos en inglés, y sustentado sobre las nuevas TICs, dirigido, fundamentalmente, a estudiantes del Grado en Química, aunque con posibilidad de uso por parte de estudiantes, profesores y profesionales de otras ramas científico-tecnológicas.

En general, los resultados del proyecto pueden calificarse como muy buenos y satisfactorios, no sólo por el gran número de ficheros de diseño y desarrollo propio generados, sino también por los resultados de las evaluaciones realizadas a los estudiantes. Ello ha quedado demostrado gracias a la mejoría alcanzada en su trabajo de laboratorio, así como también en su elevado grado de satisfacción con respecto a la utilización de dichas herramientas como recursos docentes.

La importancia y valía de los resultados obtenidos quedan también avaladas por los premios y menciones concedidos a algunos de los Proyectos de Innovación y Mejora Docente, financiados por la Universidad de Cádiz, en diversas convocatorias de creación y distribución de material docente digital organizados por la Unidad de Innovación Docente y el Consejo Social de la UCA.

Además, las posibilidades que presenta el empleo de los recursos docentes descritos son enormes y muy susceptibles de ser aplicados a otras asignaturas experimentales pertenecientes a enseñanzas científico-tecnológicas. Más aún, y hasta donde alcanza nuestro conocimiento, no hay nada desarrollado, al menos a nivel nacional, que sea comparable a nuestra propuesta, por lo que pensamos que este trabajo situaría a la UCA como referente en el desarrollo de materiales educativos innovadores.

REFERENCIAS

- [1] Palacios Santander J.M., Naranjo Rodríguez I., Hidalgo Hidalgo de Cisneros J.L. & Cubillana Aguilera L. Herramientas Audiovisuales como Instrumento de Innovación Educativa en la Enseñanzas Técnicas. Proceedings of the XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, ISBN: 978-84-608-0805-3, Universidad de Cádiz, Cádiz, 2008.
- [2] <http://ocw.uca.es/course/view.php?id=13>
- [3] <http://rodin.uca.es/xmlui/>
- [4] Proyecto de Innovación y Mejora Docente PIE33: Curso Interactivo de Análisis Instrumental, Vicerrectorado de Docencia y Formación, Universidad de Cádiz, Cursos 2009/2010 y 2010/2011.
- [5] <http://hdl.handle.net/10498/15650>
- [6] Hidalgo Hidalgo de Cisneros, J.L. y Milla González, M. Curso Interactivo de Química Analítica: Proyecto de Innovación Docente para su Aplicación a las Enseñanzas del Grado en Química. Actualidad Analítica, Boletín de la Sociedad Española de Química, 38(2012)13-14.
- [7] <http://rodin.uca.es/xmlui/browse?value=Palacios+Santander%2C+Jos%C3%A9+Mar%C3%ADa&type=author>