



Desarrollo y aplicación de materiales virtuales en español y en inglés para un curso de Química Analítica

Development and application of virtual materials in Spanish and English for an Analytical Chemistry course

José María Palacios Santander (*)

josem.palacios@uca.es

Miguel Milla González (*)

miguel.milla@uca.es

Dolores Bellido Milla (*)

dolores.milla@uca.es

José Luis Hidalgo Hidalgo De Cisneros (*)

jluis.hidalgo@uca.es

Ignacio Naranjo Rodríguez (*)

ignacio.naranjo@uca.es

Laura Cubillana Aguilera (*)

laura.cubillana@uca.es

(*) Universidad de Cádiz

RESUMEN.

El presente trabajo tiene como objetivo principal la creación de un “Curso interactivo de Química Analítica” basado en la elaboración de un amplio conjunto de materiales virtuales y sustentado sobre las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC). La metodología empleada se basa en el desarrollo de varios tipos de materiales: ficheros animados en Power Point u Open Office, ficheros interactivos en Flash con contenido diverso, y videoclips de corta duración; además, siempre que fue posible, el material se creó en formato bilingüe español-inglés. Los ficheros y videoclips desarrollados se comentan en detalle tomando algunos ejemplos de cada tipo para su discusión y, posteriormente, se presenta un ejemplo de evaluación de los materiales audiovisuales por parte de los estudiantes. A partir de dicha evaluación se demuestra cómo el trabajo con los vídeos antes de una sesión de laboratorio mejora significativamente los resultados obtenidos por el alumnado (hasta más de un 80%, en algunos casos). Es más, como resultado de una encuesta realizada a los estudiantes, más de un 90% valoró muy positivamente el hecho de disponer de los materiales audiovisuales, puesto que les facilitaba en gran medida la ejecución de las experiencias prácticas de laboratorio. Actualmente, los docentes que presentan este trabajo utilizan los materiales aquí descritos durante su labor diaria y como apoyo a la docencia. Dichos materiales, 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 Universidad de Cádiz (UCA).

PALABRAS CLAVE.

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC); materiales docentes virtuales; competencias transversales; uso de las TIC en la docencia; uso de recursos y plataformas virtuales.





ABSTRACT.

The main objective of this work consists of the creation of an “Interactive course of Analytical Chemistry” based on the development of a broad set of virtual teaching resources, and supported on the new Information and Communication Technologies (ICT). The working methodology is based on the development of various types of materials: animated PowerPoint or Open Office files, several kinds of interactive Flash files with different content, and short video clips; moreover, the materials were created in Spanish-English bilingual format whenever possible. The files and video clips developed are discussed in detail by taking some examples of each category and, subsequently, the assessment of the audiovisual materials by the students is reported. The results obtained demonstrate that working with video clips before a lab session enhances significantly the marks got by the undergraduates (up to more than 80% in some cases). Besides and from a poll, more than 90% of the students assessed very positively the fact of having the video clips, since they help them so much in the successful performance of the lab experiences. Finally, the materials developed are currently used by the authors during their daily work and to support their teaching. Such materials are also available to students through the Moodle virtual platform and from the Repository of Digital Objects (RODIN) of University of Cadiz (UCA).

KEY WORDS.

Information and Communication Technologies (ICT); virtual teaching resources; transversal competences; teaching with ICT; use of virtual resources and platforms.

1. Introducción.

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 (Universidades Andaluzas, 2008). 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 estas razones, a través de las asignaturas de Química Analítica I (QA-I), Química Analítica II (QA-II), Química Analítica III (QA-III), Química Analítica IV (QA-IV) y Química Analítica Avanzada (QA-Av), 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 la Comunicación (en adelante TIC) 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 (QA-I y QA-II), los estudiantes de esta segunda titulación también se han beneficiado de los materiales obtenidos y elaborados por los autores de este trabajo durante los últimos años.

En este 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 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 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 TIC 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.

Es necesario resaltar que, como fruto de su trabajo, los autores han desarrollado ya un numeroso y novedoso material docente que se ha puesto a disposición de los alumnos a través de la plataforma virtual Moodle de la Universidad de Cádiz (UCA), y en abierto para toda la comunidad virtual por medio de la plataforma educativa Open Course Ware (OCW) (Palacios & Cubillana, 2009) y, fundamentalmente, en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA (RODIN) (Palacios & Cubillana, 2008a; Milla, 2013; Milla & Espada, 2014; Milla, 2015), por citar algunos ejemplos. Hasta donde tenemos constancia, 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. Material y métodos.

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. Esta actividad constituye uno de los principales ejes de innovación del trabajo. Los ficheros Flash, todos ellos interactivos, serán 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, alimentos, la industria, ámbito sanitario, etc.
 - iv. Ficheros interactivos para la resolución de problemas numéricos, que generarán aleatoriamente datos diferentes cada vez que se aborde su resolución.
 - v. Ficheros interactivos complementarios para la práctica de cálculos estequiométricos, ajustes de ecuaciones, ejercicios de formulación, etc.
- c. Grabación de películas de vídeo mostrando el manejo y funcionamiento de algún equipo o el desarrollo de alguna experiencia de laboratorio. En general, la grabación en vídeo (duración inferior a 5-10 minutos) y la obtención de fotografías (para ficheros Flash) de cada uno de los experimentos se realizaron en un laboratorio docente convenientemente equipado con la instrumentación y los reactivos necesarios para el desarrollo de las experiencias. El proceso completo de captura y edición de vídeo aparece descrito de manera exhaustiva en (Palacios, Naranjo *et al.*, 2008).
- d. Siempre que fue posible, el material desarrollado se creó en formato bilingüe español-inglés, de gran utilidad para los estudiantes extranjeros o de intercambio y complementando también la formación del alumnado nacional.

Los ficheros desarrollados fueron utilizados por los autores del presente trabajo como apoyo a su docencia, bien directamente en el aula, a través de la plataforma virtual Moodle o en acceso abierto en la plataforma OCW y/o el repositorio RODIN. 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 alumnado. En relación con la enseñanza experimental, el uso de este material desde el inicio de la asignatura, permitió a los estudiantes la preparación de la experiencia a realizar en el laboratorio facilitando el análisis de los procedimientos experimentales más adecuados y la forma de ponerlos en práctica, así como elegir y utilizar el material más idóneo.

Además, se propuso a los alumnos la evaluación de los materiales docentes virtuales puestos a su disposición mediante la realización de encuestas (periódicas y globales) con idea de valorar su percepción de las ventajas y la utilidad de las herramientas desarrolladas.





Finalmente, el contacto entre los miembros del grupo ha sido constante a lo largo de todo el proceso de creación de los materiales docentes, mediante reuniones periódicas de los miembros del equipo, con la finalidad de llevar a cabo un seguimiento de los avances experimentados en el desarrollo del curso de forma individual y/o colectiva. En dichas reuniones se efectuaba una puesta en común de las actividades realizadas y se ponía a disposición del equipo todo el material desarrollado. La principal característica de este trabajo estriba en que todo el material incluido en el curso es de diseño y desarrollo propio. El material empleado para la obtención de los resultados fue el siguiente:

- Software: Microsoft Power Point ver. 2010 y 2013; Flash ver. 8 (ver también (Palacios, Naranjo *et al.*, 2008) para el software empleado en la edición de los vídeos).
- Cámara de fotos digital Nikon D3000 con objetivos de 18-55 y 55-200 mm, $\varnothing = 52$ mm y filtro UV.
- Videocámara SONY DCR-SR72 HDD Handycam®, con disco duro de 60 GB y trípode Hama® Star 61.
- Material de laboratorio necesario para realizar la práctica, idéntico al que disponían los alumnos.
- Diccionarios científico-técnicos bilingües:
 1. Wiley's English-Spanish, Spanish-English Chemistry Dictionary. Diccionario de Química Inglés-Español, Español-Inglés. Kaplan, Steven M. ISBN: 9780471249238.
 2. Diccionario Politécnico de las Lenguas Española e Inglesa / Polytechnic Dictionary of Spanish and English Languages (vol. 1: Inglés-Español/English-Spanish - ISBN: 9788479788704, y vol. 2: Español-Inglés/Spanish-English - ISBN: 9788479788711). Beigbeder Atienza, Federico; Beigbeder Fernández-Puente, José Miguel.

3. Resultados y discusión.

Dado el elevado número de materiales docentes virtuales generados, la presente sección tratará la discusión de los resultados obtenidos en base a los siguientes materiales docentes agrupados por tipología: 1) ficheros de Power Point/Open Office; 2) ficheros interactivos en formato flash; 3) grabaciones de vídeo; y 4) material bilingüe.

3.1. Ficheros de Power Point/Open Office.

Estos ficheros constituyen la base de los conocimientos teóricos y parte de los temas de las asignaturas mencionadas con anterioridad. Como ejemplo, vamos a basar nuestra discusión utilizando como referencia los contenidos de la asignatura QA-III, enfocados fundamentalmente en el Análisis Instrumental. El curso comprende tres bloques de contenidos: métodos ópticos de análisis, métodos electroanalíticos y métodos cromatográficos (Hidalgo *et al.*, 2011), centrándonos en el bloque dos: "Métodos electroanalíticos", por ser el que más modificaciones e innovaciones presenta.

La explicación de la química electroanalítica a partir de las reacciones electroquímicas y de las curvas i-E, por sus desarrollos matemáticos más tediosos, resulta de una dificultad





intrínseca mayor que la explicación de los conceptos fundamentales de los métodos ópticos. Por ello, el estudio de esta parte de la asignatura resulta, en general, menos ameno y es también la causa de que reciba menos atención en los planes de estudio de algunas Facultades de Ciencias y de que en algunos libros se expliquen las técnicas electroanalíticas prescindiendo prácticamente de las curvas i-E.

En este trabajo hemos optado por una vía intermedia: concederle a las reacciones electroquímicas y a las curvas intensidad-potencial la importancia que les corresponde, pero abordando únicamente los desarrollos matemáticos imprescindibles. El objetivo es hacer más fácil y atractivo el estudio de la química electroanalítica. Para ello los temas de este bloque están totalmente desarrollados en Power Point, y se han diseñado multitud de esquemas animados que permiten ver la evolución de las curvas i-E. También en este bloque, y con la misma finalidad, es donde se ha dedicado un mayor esfuerzo al desarrollo de ficheros Flash, como veremos posteriormente.

El tema 8 está dedicado a las celdas electroquímicas pero tratadas desde la perspectiva del electroanálisis. En el tema 9 se desarrollan los fundamentos de las reacciones electroquímicas y de las curvas intensidad-potencial (i-E). El tema 10 está dedicado a la evolución de las curvas i-E a lo largo de una reacción química de valoración (ver figura 1). Esta evolución permite la predicción de las formas de las curvas de valoración en las técnicas potenciométrica y amperométrica. El tema 11 está dedicado a la potenciometría y a las valoraciones potenciométricas explicadas a partir de las curvas i-E. El tema 12 está dedicado a las valoraciones amperométricas explicadas a partir de las curvas i-E. En el tema 13 se explican los fundamentos de la polarografía clásica como base para el desarrollo de las técnicas voltamperométricas.

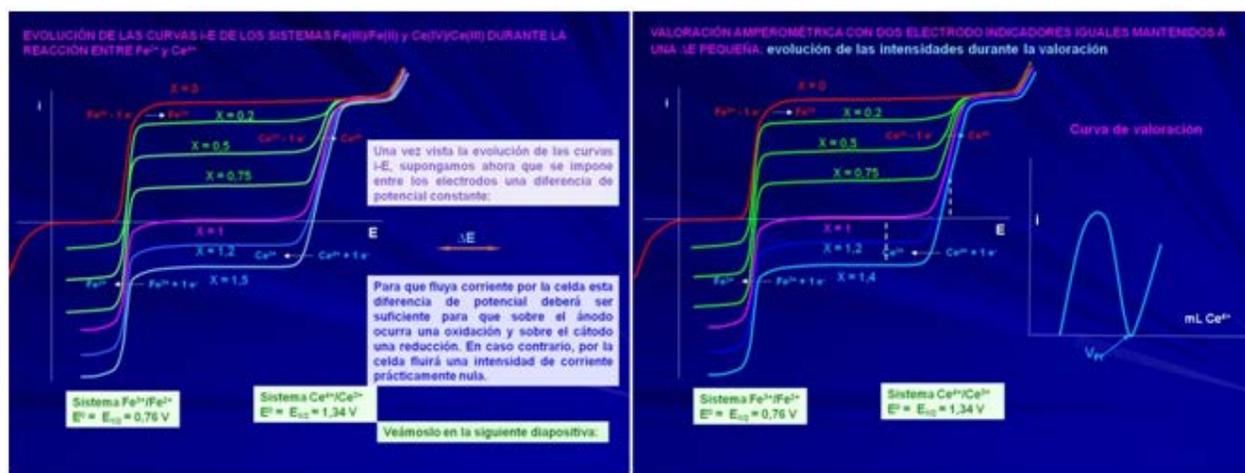


Figura 1. Ejemplos de curvas i-E animadas correspondientes a temas teóricos del bloque 2, dedicado a los Métodos Electroanalíticos, en la asignatura QA-III.



3.2. **Ficheros interactivos en formato flash.**

Los ficheros Flash, complemento a los conocimientos teóricos, son todos animados y, además, interactivos en un elevado porcentaje.

El grado de interactividad de los ficheros Flash es mucho mayor que el de los anteriores y existen muy pocas instituciones que tengan desarrollada su docencia a este nivel de interactividad. Estos ficheros están diseñados para que generen datos aleatorios que cambian dentro de unos rangos cada vez que se ejecutan. 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. Esto significa que dos o más alumnos pueden estar a la vez resolviendo un problema numérico o realizando una práctica virtual interactiva determinados, pero que es diferente para cada uno de ellos porque los datos cambian aleatoriamente. Cada ejercicio, práctica o simulación puede realizarse cuantas veces se desee y será siempre diferente.

Se ha seleccionado como fichero representativo para su comentario una práctica virtual interactiva desarrollada en la asignatura QA-III: "Procedimiento normalizado para la determinación espectrofotométrica de fósforo en quesos. Práctica simulada interactiva" (Milla, 2014). La descripción que se realiza a continuación corresponde exactamente a las operaciones que simula el fichero flash (Hidalgo *et al.*, 2011; Hidalgo *et al.*, 2012).

El citado fichero opera de acuerdo con el protocolo del método normalizado para la determinación de fósforo en muestras de queso, basado en la formación de azul de molibdeno. Para ello la muestra de queso se mineraliza, para transformar el fósforo en fosfato, se trata en caliente con molibdato y con un reductor suave para formar el azul de molibdeno y se mide la absorbancia a 820 nm. Para realizar la práctica interactiva se pesa la muestra (valores diferentes para cada operador), se preparan los patrones, y se tratan ambos de forma similar para generar el color; se prepara también un blanco. Para realizar la medida el fichero Flash simula casi a la perfección el funcionamiento de un espectrofotómetro con introducción/extracción de la cubeta en el compartimento para cubetas, apertura/cierre del mismo, selección de la longitud de onda, puesta a cero con la cubeta del blanco y medida con las demás disoluciones. A partir de los valores de absorbancia de los patrones se construye la recta de calibrado, y a partir de la absorbancia de la muestra, la recta de calibrado y la cantidad pesada, se obtiene el contenido de P en el queso (ver figura 2 para el procedimiento resumido en imágenes).



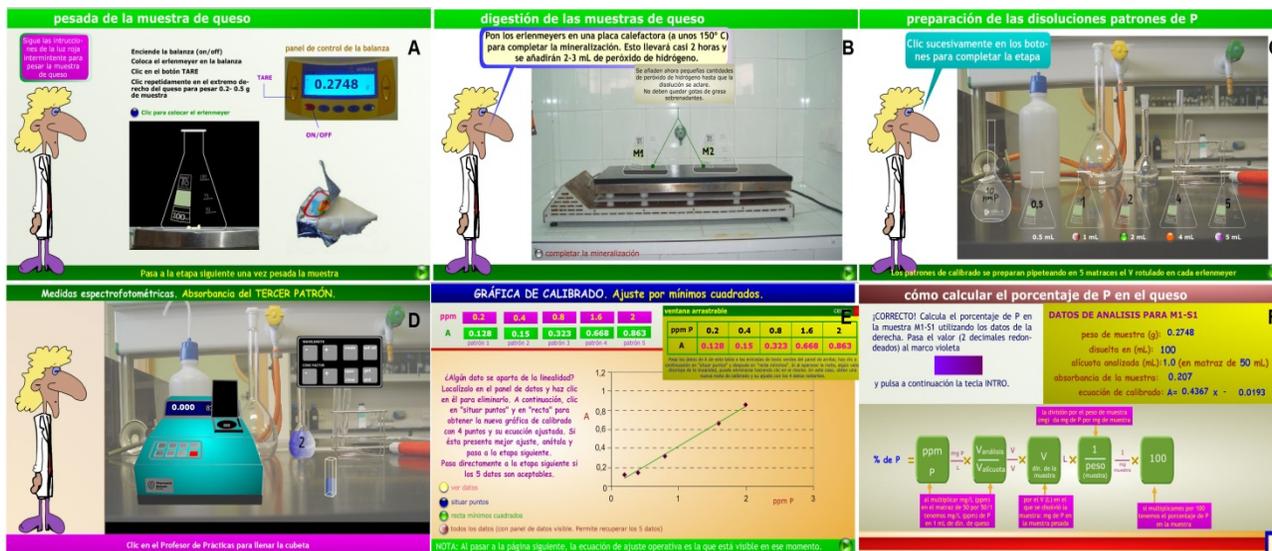


Figura 2. Resumen en varias imágenes de la simulación interactiva llevada a cabo a través del fichero Flash titulado: “Determinación espectrofotométrica de P en queso”. A) Pesada de la muestra de queso, B) digestión de las muestras de queso, C) preparación de las disoluciones patrones de fósforo, D) medidas espectrofotométricas de los patrones y de las disoluciones de las muestras de queso, E) construcción de la curva de calibrado a partir de los patrones, y F) cálculo del porcentaje de fósforo en el queso.

También es digna de mención la práctica virtual interactiva “Electrólisis de una disolución 0,1 m de H_2SO_4 con electrodo de cobre. Práctica simulada interactiva”, (Milla, 2010). En este caso se simula a la perfección todo el proceso de electrólisis, desde la pesada del electrodo de cobre hasta el cálculo final de la intensidad media de corriente que ha estado circulando por el circuito. Se incluyen, además, diversas fotografías del montaje experimental que contribuyen de forma importante a la sensación de estar realizando la práctica en el laboratorio.

La realización de estas prácticas virtuales interactivas constituye un complemento de gran utilidad a las prácticas realizadas en el laboratorio. Su ejecución previa facilita el trabajo en el laboratorio; posteriormente a él, permite una mejor asimilación de los conocimientos prácticos.

3.3. Grabaciones de vídeo.

Se grabaron varios vídeos sobre prácticas de laboratorio, operaciones básicas y utilización de técnicas instrumentales. Estos vídeos pueden consultarse en el Repositorio RODIN de la Universidad de Cádiz.

- Determinación de la dureza del agua por valoración complexométrica con AEDT (Palacios & Cubillana, 2008a).
- Determinación del contenido en ácido acético de un vinagre de manzana comercial (Palacios & Cubillana, 2008b).
- Determinación del contenido en ácido acético en un vinagre de vino comercial (Palacios & Cubillana, 2008c).





- Valoración ácido-base con medidas de pH (Palacios & Cubillana, 2008d).
- Valoración del cloro activo en una lejía comercial (yodometría) (Palacios & Cubillana, 2008e).
- Valoración de peróxido de hidrógeno comercial con permanganato (Palacios & Cubillana, 2008f).
- Precipitación, filtración y centrifugación (Palacios, Cubillana, Fernández *et al.*, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d & 2015e).
- Uso y manejo de digestor/extractor por microondas (Palacios, Cubillana & Díaz, 2015a, 2015b & 2015c).
- Instrucción técnica sobre el manejo de un microscopio electroquímico de barrido (SECM) (Gómez, 2014).

Al igual que ocurrió en los apartados anteriores, en esta sub-sección tan sólo se comentarán los resultados relacionados con algunos de ellos. Las experiencias de laboratorio digitalizadas a las que nos referimos son las siguientes:

1. Experiencia 1: Valoración ácido-base (nivel de dificultad básico).
2. Experiencia 2: Valoración de peróxido de hidrógeno comercial con permanganato (nivel de dificultad medio).
3. Experiencia 3: Valoración del cloro activo en una lejía comercial (yodometría) (nivel de dificultad alto).

La primera práctica, tal y como su nombre indica, consiste en una valoración ácido-base: la valoración de una disolución de ácido clorhídrico de concentración desconocida con una disolución de hidróxido sódico, previamente estandarizada con un patrón primario, el ftalato ácido de potasio. La segunda práctica versa sobre la determinación del contenido en peróxido de hidrógeno de una disolución comercial de agua oxigenada mediante una volumetría de oxidación-reducción, utilizando permanganato de potasio como valorante, estandarizado previamente con oxalato disódico. Por último, la tercera práctica consiste en otra valoración redox, en este caso, aplicada a la determinación del contenido en cloro activo en una lejía comercial, empleando tiosulfato sódico como valorante en medio ácido sulfúrico, previamente estandarizado con yodato potásico.

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 el formato pechakucha: diapositivas continuadas de unos 6 minutos de duración), guiones de prácticas y hojas de problemas, entre otros (Palacios *et al.*, 2013; Cubillana *et al.*, 2013). Para la obtención de estos materiales bilingües nos hemos centrado en las asignaturas QA-I y QA-II. Hay que resaltar que ambas asignaturas se encuentran actualmente y en su totalidad en formato bilingüe en la plataforma Moodle correspondiente.

El siguiente problema, correspondiente al ejercicio nº 1 de la Hoja de Problemas del Tema 4: Equilibrios Ácido-Base, perteneciente a la asignatura QA-I, constituye un ejemplo de traducción:

- Original: *Describe o defina brevemente, poniendo ejemplos en cada caso: a) electrolito débil; b) ácido de Brönsted-Lowry; c) base conjugada de un ácido de Brönsted-Lowry; d) disolvente anfiprótico; e) autoprotólisis; f) ácido fuerte; g) disolvente diferenciador; h) disolvente nivelador.*
- Traducción: *Briefly describe or define, giving examples in each case: a) weak electrolyte; b) Bronsted-Lowry acid; c) conjugated base of a Bronsted-Lowry acid; d) amphiprotic solvent; e) autoprotolysis; f) strong acid; g) differentiator solvent; h) leveling solvent.*

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 las herramientas audiovisuales, se llevaron a cabo sesiones prácticas antes (experiencias 1 y 2) y después de que los vídeos se pusiesen a disposición de los alumnos (experiencia 3). Los profesores de la asignatura observaron una marcada mejoría en el trabajo de laboratorio de los estudiantes. A nivel teórico, conocían el qué, el cómo y el porqué de las experiencias que debían realizar; mientras que a nivel operativo (práctico), estaban al tanto de las consideraciones experimentales fundamentales de las mismas: detección del punto final, posibles errores de operación, etc.

De igual modo, su implicación a lo largo de las prácticas que habían visualizado previamente fue notable, haciéndose evidente en los resultados obtenidos. Estos fueron evaluados a partir de una memoria de prácticas que cada grupo de trabajo entregaba al final de cada sesión. Como ejemplo, podemos comparar los errores de valoración obtenidos en la Experiencia 1: Valoración ácido-base, sin visualización previa, con los resultantes de la Experiencia 3: Valoración del cloro activo en una lejía comercial (yodometría), con visualización previa. Se comparan dichos errores y no las calificaciones de cada práctica debido a que la complejidad en los cálculos teóricos posteriores era más evidente en la práctica 3 que en la 1. Además, hay que resaltar los distintos niveles de dificultad de ambas experiencias: básico, para la valoración ácido-base, y alto, para la yodometría. Debido a ello se optó por la pre-visualización de la más compleja a nivel operativo. Por cuestiones obvias, no se tomaron como referencia los resultados pertenecientes a la misma práctica con y sin visualización previa, ya que los alumnos formaban un único grupo y era necesario respetar el derecho de todos los estudiantes a realizar la práctica en las mismas condiciones. Los resultados de los errores de valoración para dichas experiencias se recogen en la tabla 1.





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 %
3	13,6 %	6,4 %	8,2 %	3,6 %	5,7 %	10,7 %	5,0 %

Tabla 1. Comparación de los errores de valoración obtenidos por los alumnos en las experiencias 1 y 3.

Parecería lógico que los errores en la práctica 3, por su mayor dificultad, fueran mayores. Sin embargo, como puede observarse, salvo para el caso del 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 del empleo de las herramientas audiovisuales en una etapa previa a la realización de las experiencias, lo que se traduce en un mayor grado de implicación del alumnado y en una mejora de los resultados finales. Puede llamar la atención las magnitudes de los errores en la práctica 1, pero hay que matizar que no se trataba de estudiantes de Química y era la primera vez que se enfrentaban a una experiencia de este tipo.

Para conocer el grado de satisfacción del alumnado se llevó a cabo una encuesta individual y anónima, la cual aparece recogida en la figura 3. Con respecto a las cuestiones 1, 3 y 4, y de acuerdo con el gráfico de la figura 4, podemos decir que el 100 % de los alumnos consideraron que los vídeos eran un recurso muy útil 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.

Por lo que respecta a la cuestión 2, el 100 % de los alumnos encuestados contestó afirmativamente. Además, por otro lado, a la cuestión 5, el 100 % de los alumnos declaró que no sufrió problema alguno con los recursos en la web.





Departamento de Química Analítica Universidad de Cádiz	Química Analítica I
CUESTIONARIO	
1) ¿Consideras los vídeos correspondientes a la práctica de la lejía como un recurso útil?	
Mucho	Suficiente
Insuficiente	
2) ¿Te gustaría que hubiese vídeos para explicar previamente todas las prácticas?	
SI	NO
3) ¿Crees que los vídeos facilitan el desarrollo de la práctica?	
Mucho	Suficiente
Insuficiente	
4) ¿Crees que los vídeos favorecen la comprensión de la práctica?	
Mucho	Suficiente
Insuficiente	
5) ¿Has tenido algún problema a la hora de visualizar los vídeos en el Campus Virtual? En caso afirmativo, indica cuál.	
SI	NO
6) Indica qué porcentaje de utilidad les darías para el desarrollo de la práctica.	
_____	%

Figura 3. Encuesta para conocer el grado de satisfacción del alumnado con respecto al empleo de las herramientas audiovisuales en las prácticas de la asignatura de QA-I.

Finalmente, en relación con la última cuestión, incluida durante la confección de las preguntas del sondeo con el fin de disponer de un índice global que indicase el grado de satisfacción del alumnado con respecto a las herramientas audiovisuales, más del 90 % de los estudiantes consideró que la visualización previa del vídeo les resultaba sumamente útil a la hora de facilitar el trabajo de laboratorio.

Como se ha podido comprobar, el empleo de los materiales docentes virtuales, y en particular las herramientas audiovisuales descritas podrían suponer una gran ayuda en la docencia práctica de las Enseñanzas Científico-Técnicas. Ello ha quedado demostrado gracias a la mejoría alcanzada en el trabajo de laboratorio de los estudiantes, así como también en el elevado grado de satisfacción de los mismos con respecto a la utilización de dichas herramientas como recursos docentes.



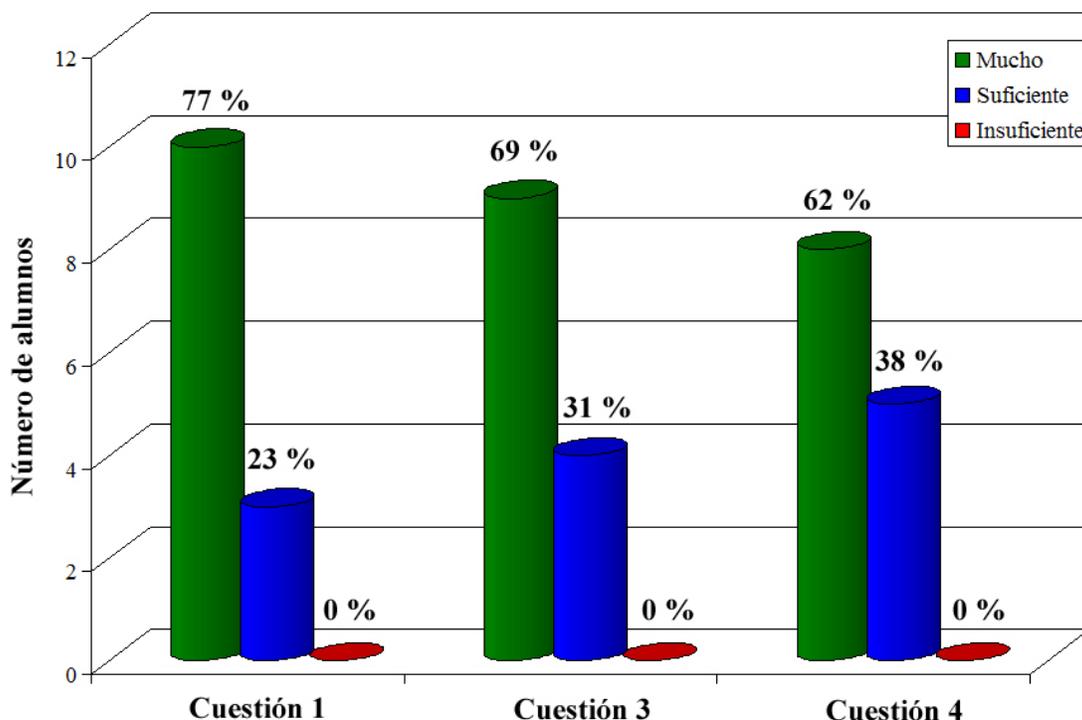


Figura 4. Resultados de la encuesta para las cuestiones 1, 3 y 4.

La importancia y valía de los resultados descritos quedan también avaladas por el reconocimiento obtenido por varios Proyectos de Innovación y Mejora Docente, financiados por la Universidad de Cádiz, a los que se han otorgado varios premios de diversa cuantía, y que han permitido generar los materiales docentes virtuales que constituyen el “Curso interactivo de Química Analítica”.

4. Conclusiones.

En el presente trabajo, se ha descrito la creación de un amplio conjunto de materiales y herramientas virtuales que pretenden constituir un “Curso interactivo de Química Analítica”. En muchos de los casos, los materiales están disponibles también en inglés, y se sustentan en las nuevas TIC. El citado curso se dirige, fundamentalmente, a estudiantes del Grado en Química, aunque es útil además para estudiantes, profesores y profesionales de otras ramas científico-tecnológicas.

La metodología seguida para la obtención de dichos materiales, así como el contenido de los mismos, puede considerarse bastante novedosa, especialmente en el caso de los archivos o ficheros flash. Dado el elevado interés mostrado por los estudiantes, todos los materiales se han puesto a disposición de los mismos tanto en la plataforma web (Moodle)





del Campus Virtual como en la modalidad de acceso abierto en la plataforma OCW y/o el repositorio RODIN de la UCA.

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación de los materiales audiovisuales realizada por los estudiantes en clase, se desprende una conclusión importante: el trabajo con los vídeos, antes de la realización práctica de algunas experiencias de laboratorio, mejora claramente las calificaciones del alumnado, incrementando al mismo tiempo el nivel de implicación de los mismos durante el desarrollo de la experiencias. De todo ello se desprende un elevado grado de satisfacción con los materiales por parte de los estudiantes, al que los autores de los mismos también se suman. No obstante, esto es sólo el principio y aún queda mucho trabajo por hacer para completar el curso.

Finalmente, 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 puede situar a la UCA como referente en el desarrollo de materiales educativos innovadores.

5. Referencias.

Cubillana Aguilera, L., Palacios Santander, J.M., Naranjo Rodríguez, I., Hidalgo Hidalgo de Cisneros, J.L., Bellido Milla, D., & Granado Castro, M.D. (2013). Desarrollo de competencias transversales del idioma inglés en el alumnado de Química Analítica. Unidad de Innovación Docente, Vicerrectorado de Docencia y Formación, Universidad de Cádiz. Recuperado de

http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ARTICULO_LOS_2012_2013/1989186532_2472013132547.pdf

Gómez Villarejo, R. (2014). Instrucción Técnica para el Manejo de un Microscopio Electroquímico de Barrido (SECM), en "Caracterización de materiales y electrodos Sonogel-Carbono y Sonogel-Carbono modificados mediante el uso de microscopía electroquímica de barrido (SECM)", Tesis de Fin de Máster, Universidad de Cádiz. Ver también: de <http://hdl.handle.net/10498/17592> a <http://hdl.handle.net/10498/17596> y de <http://hdl.handle.net/10498/17619> a <http://hdl.handle.net/10498/17627>.

Hidalgo Hidalgo de Cisneros, J.L., & Milla González, M. (2012). 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, 13-14.

Hidalgo Hidalgo de Cisneros, J.L., Milla González, M., Bellido Milla, D., Cubillana Aguilera L., Granado Castro, M.D., Naranjo Rodríguez, I., & Palacios Santander, J.M. (2011). Proyecto de Innovación y Mejora Docente PIE33: Curso Interactivo de Análisis Instrumental, Unidad de Innovación Docente, Vicerrectorado de Docencia y Formación, Universidad de Cádiz.

Milla González, M. (2010). Electrólisis de una disolución 0,1 M de H₂SO₄ con electrodo de cobre. Práctica simulada interactiva. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/9782>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/9782>





Milla González, M. (2013). Acid-base titrations. An assay for the quantitative determination of calcium carbonate. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/15028>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/15028>

Milla González, M. (2014). Procedimiento normalizado para la determinación espectrofotométrica de fósforo en quesos. Práctica simulada interactiva. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/16648>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/16648>

Milla González, M., & Espada Bellido, E. (2014). Calculating the concentration of Cd and Cu in a water sample by ASV (Anodic Stripping Voltammetry). An interactive exercise. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/16726>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/16726>

Milla González, M. (2015). Cálculo de concentraciones en disoluciones acuosas. Ejercicio interactivo. VIII. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17117>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17117>

Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2008a). Determinación de la dureza del agua por valoración complexométrica con AEDT. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/6959>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/6959>

Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2008b). Determinación del contenido en ácido acético de un vinagre de manzana comercial. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/6963>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/6963>

Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2008c). Determinación del contenido en ácido acético de un vinagre de vino comercial. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/7013>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/7013>

Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2008d). Valoración ácido-base con medidas de pH. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/6984>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/6984>

Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2008e). Valoración del cloro activo en una lejía comercial (yodometría). *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/7028>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/7028>

Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2008f). Valoración del cloro activo en una lejía comercial (yodometría). *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/7018>. Recuperado de

<http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/7018>





Palacios Santander, J.M., & Cubillana Aguilera, L. (2009). Química Analítica para Ingenieros Técnicos Industriales (Química Industrial). *Portal OpenCourseWare de la Universidad de Cádiz*. Recuperado de <http://ocw.uca.es/course/view.php?id=13>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., & Díaz de Alba, M.I. (2015a). Vídeo 1 de 3. Digestión por Microondas - Introducción y Preparación de la Muestra. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17652>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17652>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., & Díaz de Alba, M.I. (2015b). Vídeo 2 de 3. Digestión por Microondas - Carga de las Muestras en el Microondas e Inicio de la Digestión. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17653>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17653>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., & Díaz de Alba, M.I. (2015c). Vídeo 3 de 3. Digestión por Microondas - Finalización de la Digestión y Preparación de las Muestras para su Análisis. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17654>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17654>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., Fernández Barbero, G., Espada Bellido, E., & García Moreno, M.V. (2015a). Práctica 3: Precipitación, Filtración y Centrifugación (Video 1 de 4) - Grado en Biotecnología. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17709>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17709>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., Fernández Barbero, G., Espada Bellido, E., & García Moreno, M.V. (2015b). Práctica 3: Precipitación, Filtración y Centrifugación (Video 1 de 4) - Grado en Química y Grado en Enología. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17644>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17644>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., Fernández Barbero, G., Espada Bellido, E., & García Moreno, M.V. (2015c). Práctica 3: Precipitación, Filtración y Centrifugación (Video 2 de 4) - Grado en Química, Grado en Enología y Grado en Biotecnología. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17645>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17645>

Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., Fernández Barbero, G., Espada Bellido, E., & García Moreno, M.V. (2015d). Práctica 3: Precipitación, Filtración y Centrifugación (Video 3 de 4) - Grado en Química, Grado en Enología y Grado en Biotecnología. *Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN)*, <http://hdl.handle.net/10498/17646>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17646>





Palacios Santander, J.M., Cubillana Aguilera, L., Fernández Barbero, G., Espada Bellido, E., & García Moreno, M.V. (2015e). Práctica 3: Precipitación, Filtración y Centrifugación (Video 4 de 4) - Grado en Química, Grado en Enología y Grado en Biotecnología. Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN), <http://hdl.handle.net/10498/17647>. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17647>

Palacios Santander, J.M., Naranjo Rodríguez, I., Hidalgo Hidalgo de Cisneros, J.L., & Cubillana Aguilera L. (2008). Herramientas Audiovisuales como Instrumento de Innovación Educativa en la Enseñanzas Técnicas. *Proceedings of the XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET XVI)*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz. ISBN: 978-84-608-0805-3.

Palacios Santander, J.M., Naranjo Rodríguez, I., Hidalgo Hidalgo de Cisneros, J.L., Bellido Milla, D., & Cubillana Aguilera, L. (2013). Proyecto de Innovación y Mejora Docente PI_13_028: Desarrollo de competencias transversales del idioma inglés en el alumnado de Química Analítica, Unidad de Innovación Docente, Vicerrectorado de Docencia y Formación, Universidad de Cádiz.

Universidades Andaluzas. (2008). Acuerdo de la Comisión Andaluza del Título de Grado en Química. Recuperado de <https://www.uco.es/organizacion/ees/documentos/nuevastitulaciones/comisiones/titulacion/ciencias/QUIMICA-definitiva.pdf>

