

MEMORIA FINAL

Compromisos y Resultados

Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente 2014/2015

SOL-201400047576-TRA

Código:

Título del proyecto
DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES DOCENTES PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA ANALÍTICA CUALITATIVA

Responsable		
Apellidos	Nombre	NIF
PALACIOS SANTANDER	JOSÉ MARÍA	44029179-A

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto¹. Copie en las dos primeras filas de cada tabla el título del objetivo y la descripción que incluyó en el apartado 2 de dicha solicitud e incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo n° 1	Obtención de una batería de materiales interactivos virtuales.
Descripción:	Se crearán archivos o ficheros en formato flash que sirvan tanto de explicación teórica como práctica para el estudio de reacciones químicas que permiten la identificación de especies químicas (aniones y cationes).
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>Para lograr este objetivo, uno de los integrantes del proyecto, Colaborador Honorario del Departamento de Química Analítica, ha desarrollado, en colaboración con los restantes miembros del proyecto, varios archivos o ficheros en formato flash. En total, se han conseguido desarrollar 3 archivos virtuales completos (2 para cationes y 1 para aniones), y 2 más (también para cationes) que se encuentran actualmente en proceso de elaboración. Dichos archivos son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Propiedades en Disolución de los Iones Cu(II) y Ni(II): Ensayos de Identificación</u> (fichero completo y colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: http://hdl.handle.net/10498/15411). Este archivo interactivo forma parte de una serie dedicada al análisis cualitativo de iones inorgánicos (Descriptiva de Cationes). En el mismo se estudia, de forma experimental, la reactividad de los cationes divalentes cobre(II) y níquel(II) frente a reactivos que modifican el pH y provocan la hidrólisis de estos iones, frente a reactivos generales de precipitación y de formación de complejos, así como frente a reactivos especiales para dichos iones. De igual manera, se muestra cómo se identifican estos iones en una disolución que pueda contenerlos en ausencia de

¹ La relación incluida en el documento *Activa* que adjuntó en su solicitud a través de la plataforma de la Oficina Virtual.

especies interferentes. Los ensayos se hacen sobre disoluciones que contienen sales solubles puras de ambos cationes y se emplean de igual forma reactivos puros en disolución de concentración adecuada. Las disoluciones utilizadas en los ensayos pueden prepararse fácilmente en el laboratorio por los propios estudiantes.

2. **Propiedades en Disolución de los Iones Fe(II) e Fe(III): Ensayos de Identificación** (fichero completo y colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17431>). En este archivo flash se muestran las características analíticas más importantes de los cationes Fe(II) e Fe(III) en disolución, presentando las reacciones químicas de los mismos frente a los reactivos generales y a los reactivos especiales. Estas reacciones van acompañadas de fotos que permiten apreciar los cambios de colores de las disoluciones y precipitados que aparecen en la disolución de ensayo. La descriptiva finaliza con pruebas de identificación de cada ion en ausencia de especies interferentes. Se puede hacer uso del fichero de dos formas diferentes: a) de manera continua, pulsando sobre el icono de avance de la diapositiva que aparece en la esquina inferior derecha (aconsejado para estudiantes y/o profesionales con conocimientos básicos de análisis cualitativo), y b) pulsando en cualquiera de los botones activos que aparecen en el menú al inicio del fichero. Este menú está organizado según el catión cuyas reacciones se desea estudiar (aconsejado para estudiantes y/o profesionales con conocimientos avanzados de análisis cualitativo y que desean recordar o referirse a algún procedimiento de identificación en concreto de alguno de los cationes).
3. **Propiedades Analíticas del Anión Carbonato** (fichero completo y colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/15697>). En el presente fichero, se hace una revisión de las propiedades analíticas del anión carbonato e hidrogenocarbonato en disolución, tales como reacciones hidrolíticas, comportamiento frente a la adición de ácidos fuertes, como reactivo precipitante, solubilización de carbonatos, diagrama de distribución de las diferentes especies del sistema carbónico, valoración de dichas especies y otras. El ejercicio termina con varias pruebas de autoevaluación para los estudiantes.
4. **Ensayos de Identificación de los Cationes Bi(III) y Al(III)** (Título provisional. Fichero en elaboración; próximamente se subirá al repositorio RODIN). Este archivo flash pretende describir las principales reacciones de identificación de los cationes trivalentes bismuto(III) y aluminio(III), con diferentes reactivos generales y específicos, así como la resolución de las posibles interferencias que puedan producirse en el proceso de identificación de cada uno de ellos.
5. **Ensayos de Identificación de los Cationes Ag(I) y Pb(II)** (Título provisional. Fichero en elaboración; próximamente se subirá al repositorio RODIN). Al igual que el anterior, este archivo flash pretende describir las principales reacciones de identificación de los cationes plata(I) y plomo(II), con diferentes reactivos generales y específicos, así como la resolución de las posibles interferencias que puedan producirse en el proceso de identificación de cada uno de ellos.

Para el periodo de ejecución del proyecto, este objetivo se ha cumplido en gran medida y, por consiguiente, nos sentimos muy satisfechos con los productos obtenidos. Hay que resaltar, además, que la elaboración de estos ficheros no es nada sencilla. Se requiere de un conocimiento avanzado de programación en flash y, además, gran parte del proceso de creación de los archivos necesita de trabajo en el laboratorio: preparación de disoluciones

y realización de las experiencias descritas en los mismos, lo que conlleva un gasto en tiempo y recursos nada desdeñable.

Paralelamente, y aunque no aparece recogido en la solicitud inicial, uno de los integrantes del equipo (Profesor Emérito del Departamento de Química Analítica) ha comenzado con el desarrollo de una serie de problemas de análisis cualitativo, en formato Microsoft PowerPoint®, resueltos paso a paso y en formato animado. También ha desarrollado, en ficheros PowerPoint animados, una serie de Sistemas Periódicos en los que se recoge el comportamiento de los iones metálicos frente a los reactivos generales, con indicaciones como notas de página de todos los procesos implicados. Concretamente, se han realizado hasta el momento sistemas Periódicos para los siguientes reactivos generales de cationes: hidróxido de sodio, amoníaco, ácido clorhídrico o ion cloruro, carbonato de sodio o carbonato de amonio, y sulfuro de hidrógeno. Está previsto continuar con el desarrollo de estos Sistemas Periódicos animados en los que se recojan el comportamiento frente a otros reactivos generales de cationes. Estos ficheros permiten al estudiante profundizar aún más en la adquisición de conocimientos sobre análisis químico cualitativo, suministrándole, de forma más amena e intuitiva, contenidos que no es posible incluir en el desarrollo de las clases. Este tipo de herramienta permitiría complementar el resto de materiales desarrollados a lo largo del presente proyecto.

Otros archivos flash relacionados con el proyecto pueden encontrarse también colgados en el repositorio RODIN.

Objetivo nº 2 Obtención de una batería de materiales audiovisuales.

Descripción: Se grabarán, editarán y obtendrán vídeos asociados a los ficheros anteriores que complementen y pongan de manifiesto, de la manera más visual posible, las identificaciones de cada una de las especies químicas consideradas.

Actividades realizadas y resultados obtenidos: Para lograr este objetivo, varios de los integrantes del proyecto, asesorados por los restantes miembros del mismo, han filmado, editado y publicado en el repositorio RODIN 11 vídeos asociados a los archivos flash descritos en el Objetivo 1. El criterio seguido para la selección de los cationes, cuyo proceso de identificación y resolución de interferencias (en algunos casos) se pretendía poner de manifiesto de manera visual, ha sido el siguiente: se trata de los cationes más empleados en las lecciones teóricas o en las prácticas de laboratorio de las asignaturas que se recogen a continuación:

- Grado en Química:
 - ✓ Química Analítica I (40208011);
 - ✓ Química Analítica II (40208012);
 - ✓ Química Analítica III (40208013);
 - ✓ Química Analítica IV (40208014);
 - ✓ Química Analítica Avanzada (40208032).
- Grado en Enología:
 - ✓ Química Analítica I (40212038);
 - ✓ Química Analítica II (40212039).
- Grado en Biotecnología:
 - ✓ Laboratorio Integrado de Química (40211006).
- Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (EPSA):
 - ✓ Higiene Analítica (661201).
- Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (ESI):
 - ✓ Higiene Industrial (1766003);
 - ✓ Higiene Analítica (1766201).

Los vídeos finales que se han obtenido son los siguientes:

1. **Vídeo 1 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Introducción, Material y Reactivos Necesarios** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17655>). En el presente vídeo se describen de forma general los materiales y reactivos necesarios para llevar a cabo la identificación de un conjunto de cationes metálicos: Co(II), Fe(II), Fe(III), Ni(II), Zn(II), Cu(II), Al(III), Cd(II), Ca(II) y Mg(II). Los procesos de identificación y resolución de interferencias descritos en los vídeos posteriores son los que actualmente se emplean en las prácticas de laboratorio específicas de análisis cualitativo que se imparten en varias de las asignaturas enumeradas anteriormente.
2. **Vídeo 2 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Co(II): Resolución de la Interferencia con Fe(III)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17656>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Co(II), así como el procedimiento a seguir para resolver la interferencia con el catión Fe(III).
3. **Vídeo 3 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Fe(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17657>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Fe(II) empleado el reactivo específico o-fenantrolina.
4. **Vídeo 4 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Fe(III): Formación del Azul de Prusia** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17658>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Fe(III) con KSCN. Además, se comenta un método de identificación alternativo basado en la formación del azul de prusia.
5. **Vídeo 5 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Ni(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17659>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Ni(II) gracias la formación del complejo con dimetilgloxima. Además, se enumeran algunos cationes que provocan interferencias en su identificación.
6. **Vídeo 6 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Zn(II): Resolución de Interferencias de Co(II) y Cu(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17660>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Zn(II) con los reactivos Montequi A y Montequi B. Se comenta también el modo de resolver las interferencias cuando esta especie coexiste con los cationes Co(II) y Cu(II).
7. **Vídeo 7 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Cu(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17661>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Cu(II) con ferrocianuro potásico en medio ácido.
8. **Vídeo 8 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Al(III): Consideraciones Frente a Diversos Interferentes** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17662>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Al(III) con naranja de xilenol en medio tamponado con ácido monocloroacético/monocloroacetato. Además, se realizan

diversas consideraciones frente a su identificación en presencia de otros cationes que actúan como interferentes en el ensayo.

9. **Vídeo 9 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Cd(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17663>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Cd(II) con cianuro de potasio y sulfuro de sodio. Tras calentamiento al baño maría se pone de manifiesto la presencia de Cd(II) en la forma de un precipitado amarillo. Se indican también algunos aspectos sobre la peligrosidad del cianuro y la necesidad de tomar precauciones a la hora de utilizarlo en el laboratorio.
10. **Vídeo 10 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Ca(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17664>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Ca(II) en medio tampón acético/acetato. Al final se incluyen algunas consideraciones con respecto a la calidad del agua empleada para la preparación de las disoluciones utilizadas.
11. **Vídeo 11 de 11. Análisis Químico Cualitativo. Identificación de Cationes - Identificación del Catión Mg(II)** (vídeo colgado en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN: <http://hdl.handle.net/10498/17665>). En el presente vídeo se describe el proceso de identificación del catión Mg(II) con el indicador negro de eriocromo T en medio tampón amoniaco/amonio. Al final se incluyen algunas consideraciones con respecto a la calidad del agua empleada para la preparación de las disoluciones utilizadas.

Al igual que para el anterior objetivo, consideramos que el Objetivo 2 se ha cumplido en gran medida y, por consiguiente, también nos sentimos muy satisfechos con los productos obtenidos. Hay que resaltar, además, que gran parte del proceso de elaboración de los vídeos necesita de trabajo en el laboratorio: preparación de disoluciones y realización de las experiencias descritas en los mismos, lo que conlleva un gasto en tiempo y recursos.

Objetivo nº 3

Elaboración de fichas de identificación individuales.

Descripción:

Se elaborarán unas fichas de identificación para cada una de las especies químicas consideradas en los objetivos anteriores.

Actividades realizadas y resultados obtenidos:

Para lograr este objetivo, algunos de los integrantes del proyecto, en colaboración con los restantes miembros del equipo de trabajo, elaboraron una serie de fichas en formato Microsoft Word®, con idea de recoger las propiedades analíticas más importantes, los procesos de identificación mayormente empleados y las aplicaciones más interesantes de los cationes y aniones más comunes y utilizados en las prácticas de las asignaturas mencionadas en el Objetivo 2. Entre los primeros hay que destacar los siguientes: **Cu²⁺**, **Cd²⁺**, **Fe²⁺**, **Fe³⁺**, **Al³⁺**, **Ni²⁺**, **Co²⁺**, **Zn²⁺**, **Ca²⁺** y **Mg²⁺**; y entre los aniones, se encuentran los nombrados a continuación:

1. **Grupo I: Aniones que precipitan con Ba²⁺ o mezcla de Ba²⁺ y Ca²⁺ en medio neutro:** SO₄²⁻; CO₃²⁻; SO₃²⁻; S₂O₃²⁻; SiO₄²⁻; CrO₄²⁻; PO₄³⁻; AsO₄³⁻; AsO₃³⁻; BO₄³⁻; F⁻; y C₂O₄³⁻.
2. **Grupo II: Aniones que precipitan con Ag⁺ en disolución nítrica:** Cl⁻; Br⁻; I⁻; S²⁻; CN⁻; SCN⁻; Fe(CN)₆⁴⁻; y Fe(CN)₆³⁻.
3. **Grupo III: Aniones que no precipitan con Ba²⁺, Ca²⁺ y Ag⁺:** NO₃⁻; NO₂⁻; ClO₃⁻; y Ac⁻.

Para la elaboración de estas fichas se ha hecho uso, fundamentalmente, de la siguiente

bibliografía:

- F. Burriel, F. Lucena, S. Arribas, J. Hernández Méndez, *Química Analítica cualitativa*, Ed. Paraninfo (1983).

Igual que en los dos casos anteriores, también pensamos que el presente objetivo se ha cumplido en gran medida y nos sentimos satisfechos con el producto obtenido.

Finalmente, es necesario destacar que todos los materiales creados se han centrado, fundamentalmente, en el análisis cualitativo de cationes. Aún queda mucho trabajo por hacer (más cationes y más aniones), con lo que esperamos que en futuras Actuaciones Avaladas podamos completar en mayor medida los materiales docentes aquí recogidos.

Todos los materiales completados y descritos anteriormente, se encuentran en el CD adjunto a la memoria, así como, algunos de ellos, a libre disposición de los usuarios de la plataforma RODIN (la mayoría con licencia completamente libre).

2. Indique las medidas que ha adoptado para difundir los resultados del proyecto en su entorno académico.

El desarrollo del proyecto ha dado lugar a la obtención de una serie de productos, los cuales se han descrito con anterioridad:

- Ficheros flash interactivos, algunos animados con los contenidos teóricos, incluyendo también, en algunos casos, la simulación de una práctica de laboratorio.
- Vídeos y fotografías (estas últimas incluidas en los archivos flash).
- Fichas de identificación de especies.
- Fichero en PowerPoint® de problemas de análisis cualitativo para la resolución de mezclas de cationes.
- Ficheros en PowerPoint® de Sistemas Periódicos de los elementos en los que se recogen el comportamiento de los iones metálicos frente a diversos reactivos generales de cationes.

La mayor parte de estos productos se ha publicado ya, como se comentaba anteriormente, en el Repositorio de Objetos Digitales de la UCA – RODIN (*handle* incluido), la mayoría de ellos con licencia completamente libre, destacando los archivos flash y los vídeos. Para el próximo curso académico 2015/2016, dichos productos también se van a poner a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual, más concretamente en la mayoría de asignaturas en las que el Departamento de Química Analítica tiene docencia y enumeradas anteriormente, aunque, fundamentalmente, en las que aparecen a continuación:

- Grado en Química: Química Analítica I (40208011).
- Grado en Enología: Química Analítica I (40212038).
- Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (EPSA): Higiene Analítica (661201).
- Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (ESI): Higiene Analítica (1766201).

Como se ha adelantado en el apartado precedente, aún resta mucho trabajo por hacer (queda pendiente la elaboración de materiales relacionados con otros cationes y, fundamentalmente, con los principales aniones); por tanto, esperamos que en un futuro no muy lejano podamos publicar dentro de la plataforma Open Course Ware (OCW) todos estos materiales en la forma de un curso específico de Análisis Cualitativo.

Por último, en la próxima oferta de congresos de innovación educativa que llegue a nuestro conocimiento pretendemos presentar alguna contribución, preferiblemente en formato de Comunicación Oral, relacionada con el DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES DOCENTES PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA ANALÍTICA CUALITATIVA.