



Universidad de Alicante

# Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente

**Coordinadores**

**José Daniel Álvarez Teruel**  
**María Teresa Tortosa Ybáñez**  
**Neus Pellín Buades**

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

**Universidad de Alicante**  
**Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad**  
**Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)**

**ISBN: 978-84-617-3914-1**

**Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades**

# INTERMAT III (red de investigación INTERdisciplinar en MATeriales)

J. M. Molina Jordá

*Departamento de Química Inorgánica  
Universidad de Alicante*

## RESUMEN

La red INTERMAT III nace de la voluntad de continuidad de la serie de redes INTERMAT, que han venido desarrollándose desde la creación de su primera red en el año 2011. El acrónimo INTERMAT viene de “investigación INTERdisciplinar en MATeriales” y el objetivo de cada una de estas redes ha sido la investigación sobre las prácticas docentes en el área de la Ciencia de los Materiales. Esta investigación se ha planteado como un trabajo de equipo con carácter colaborativo e interdisciplinar. Para ello, cada una de las redes INTERMAT ha contado con miembros de diversas disciplinas, desde estudiantes hasta personal de administración y servicios (PAS) y personal docente universitario (PDI) de la Universidad de Alicante, así como también estudiantes de Magisterio y profesionales de disciplinas diversas (como Medicina) de origen en otras universidades. La red INTERMAT III, siguiendo estas directrices de acción, se ha desarrollado durante el curso académico 2013-2014 con varios objetivos concretos, como el de estudiar la necesidad de atención especial de algunos estudiantes y proponer nuevas metodologías docentes basadas en los actuales conceptos de sostenibilidad ambiental y también del uso de las TIC's en el aula.

**Palabras clave:** Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), necesidad educativa especial, entorno virtual, química verde, microescala.

## 1. INTRODUCCIÓN

La red INTERMAT III nace para continuar el trabajo que ha venido desarrollándose en sus redes predecesoras INTERMAT e INTERMAT II, que estuvieron vigentes durante los cursos académicos 2011-2012 y 2012-2013, respectivamente. El trabajo en estas redes se ha centrado en la investigación en docencia universitaria en el ámbito de la Ciencia de los Materiales.

La creación de tres redes sucesivas dedicadas al ámbito de la docencia en Ciencia de Materiales nos da ya una idea de la creciente necesidad de investigar en cómo mejorar diversos aspectos relativos a la docencia en esta área. Se mencionan a continuación aspectos relevantes sobre el origen, evolución y desarrollo de la red INTERMAT III, así como se describen con detalle las cuatro actividades principales que han constituido el cuerpo de actividad principal de la red.

### 1.1 Problema/cuestión.

La docencia de cualquier asignatura perteneciente al área de la Ciencia de los Materiales plantea al docente un reto importante desde el punto de vista metodológico y procedimental, al tratarse de un campo de conocimiento amplio y muy interdisciplinar, que requiere la aglutinación de conocimientos de otras muchas disciplinas. Esta interdisciplinaridad hace que las prácticas docentes requieran una profunda reflexión previa con objeto de plantear y abordar un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dado su elevado carácter interdisciplinar y contando con la elevada abstracción de muchos conceptos de las asignaturas de Ciencia de Materiales, parece adecuado replantearse una docencia en la que se incorporen nuevas metodologías y criterios para el desarrollo de buenas prácticas docentes en esta área. Especialmente importantes se vuelven las acciones oportunas dirigidas a la adaptación curricular en aquellos estudiantes que presenten necesidades especiales. En ello, y en el planteamiento de nuevas metodologías docentes que lleven al uso de las TIC's en el aula y al acercamiento al concepto de sostenibilidad ambiental, se han dedicado los esfuerzos de esta red de trabajo INTERMAT III.

### 1.2 Revisión de la literatura.

No existe una amplia colección de publicaciones relativas a la docencia en el área de la Ciencia de Materiales, probablemente por tratarse de un área de conocimiento

de carácter vasto y muy interdisciplinar, que ahonda en aspectos ingenieriles, químicos y físicos de algunas vertientes de la Física y la Química de la Materia Condensada.

Entre la literatura que discute nuevas metodologías docentes para la enseñanza de Ciencia de Materiales se pueden citar algunas de los integrantes de la red INTERMAT II. Cabe destacar, entre otras, las siguientes: Prieto (2008), Molina (2008), Lillo-Ródenas (2012), Molina (2012), Molina (2012), Molina (2013), Molina (2013).

### 1.3 Propósito.

INTERMAT III se ha configurado como una red de trabajo interdisciplinar con el propósito de indagar en aquellos aspectos clave de la docencia en Ciencia de Materiales en las diversas disciplinas en las que se imparte en la Universidad de Alicante. En especial, se ha dedicado esfuerzo a aquellos aspectos relacionados con la atención al estudiante con Necesidades Educativas Especiales. También se plantean nuevas propuestas de metodologías docentes para el uso de Laboratorios Virtuales en el aula y para el acercamiento de prácticas experimentales en el grado en Química a los conceptos de Química Verde y sostenibilidad ambiental.

## 2. METODOLOGIA

La metodología utilizada ha sido la misma que la utilizada en las redes INTERMAT e INTERMAT II. Ha estado basada en sesiones de trabajo individual y reuniones donde se han expuesto los avances individuales, se han establecido las pautas a seguir y se han propuesto nuevas tareas de trabajo, tanto individual como de grupo. Todo esto se ha podido realizar gracias a la definición y redefinición de determinados objetivos con el tiempo.

### 2.1. Descripción del contexto y de los participantes

En la red INTERMAT III han participado 10 personas, de formación heterogénea, y todas relacionadas con la Enseñanza en general o, en particular, la Enseñanza en Ciencia de Materiales. Cuatro de estas personas son profesores de la Universidad de Alicante: Enrique Louis es Catedrático de Física de la Materia Condensada en el Departamento de Física Aplicada; Javier Narciso es Catedrático de Química Inorgánica en el Departamento de Química Inorgánica; María Salvadora Sánchez Adsuar es Profesora Titular del Departamento de Química Inorgánica y José Miguel Molina es contratado PDI (investigador Ramón y Cajal) en el Departamento de

Química Inorgánica. Han participado tres personas del colectivo de Personal de Administración y Servicios (PAS) de la Universidad de Alicante: Isidro Martínez Mira, Olga Cornejo Castejón y Eduardo Vilaplana Ortego. Además, han participado dos estudiantes de la Universidad de Alicante, uno de ellos de la Licenciatura en Química (Lucila Paola Maiorano) y uno de Magisterio (G. Casanova). Y para finalizar el grupo, P. Narciso ha colaborado como estudiante de Psicopedagogía de la Universidad de Salamanca. De manera complementaria, también se ha contado con la colaboración de Antonio Sepúlveda Escribano, Catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Alicante, quien ayudó activamente al desarrollo de una de las tareas asignadas a la red de trabajo (más adelante se explica con detalle esta tarea).

## 2.2. Instrumentos

El instrumento básico ha sido la reunión interdisciplinar como herramienta de trabajo en equipo. Las reuniones han sido planificadas con suficiente antelación (una semana antes) y han tenido una frecuencia de una reunión cada mes. El canal de comunicación principal para el anuncio de las reuniones ha sido el correo electrónico. De esta forma, el coordinador de la red (J.M. Molina), con una semana de antelación, ha enviado un correo electrónico a todos los miembros del grupo anunciando la reunión en un documento que también contenía los puntos a tratar y qué trabajo podría aportar cada miembro.

## 2.4. Procedimientos

Se han fijado reuniones a lo largo del tiempo en las que se han marcado objetivos muy claros a corto, medio y largo plazo. Durante la dinámica de trabajo hubo algunos problemas porque algunos miembros del equipo, por diversos motivos, no pudieron seguir periódicamente las reuniones pero con el tiempo se solventó el problema, flexibilizando horarios que convenían a todos en una franja fuera de la laboral. Las reuniones se han establecido con un límite máximo de tiempo de una hora. Excepcionalmente ha habido reuniones que han durado hasta tres horas debido a la dificultad de los temas a tratar o cuando ha habido que hacer surgir una motivación extra para que algunos miembros cumplieran con las funciones asignadas.

### 3. RESULTADOS

A continuación se exponen los diferentes grupos de trabajo y sus principales actividades, que han compuesto el eje motor de la red INTERMAT III, así como los principales resultados conseguidos derivados del trabajo de los diferentes integrantes de la red, que han aunado sus formaciones multidisciplinares en un esfuerzo de trabajo colaborativo. Algunos de estos resultados han podido materializarse en forma de comunicación y han sido presentados en las Jornadas de Redes, celebradas en julio de 2014 en la Universidad de Alicante.

<b>GRUPO DE TRABAJO 1 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES PARA ESTUDIANTES CON NECESIDADES ESPECIALES – iPad y AIRSERVER PARA ESTUDIANTES CON TDAH</b>	
<i>Descripción</i>	Estudio de una nueva metodología docente basada en el uso de las TIC como herramientas de apoyo para estudiantes con TDAH. Con la implantación de las TIC, que ha supuesto una revolución del concepto de enseñanza-aprendizaje, se superan muchas barreras, haciendo más accesible el completo desarrollo, tanto personal como académico, del alumno con TDAH. Este grupo de trabajo ha estudiado las posibilidades de llegar a los alumnos con TDAH a través del uso de las TIC en el aula. Mediante el uso del iPad en el aula utilizando la conexión Airserver, que permite la proyección del contenido que se está visionando en dicho dispositivo a través de un cañón, así como la proyección simultánea del mismo en otro dispositivo personal, y acompañado de dos herramientas potentes, como son el iAnnotate y uPAD, se pretende mejorar y facilitar la vida académica no sólo de las personas con TDAH, sino de la población universitaria en general, ya que éste su uso permitirá una mayor organización de la información, así como una captación y remarcación más exhaustiva de los conceptos más importantes.
<i>Miembros de la red implicados</i>	Paula Narciso, Javier Narciso y José Miguel Molina

### **GRUPO DE TRABAJO 2 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES PARA**

**ESTUDIANTES CON NECESIDADES ESPECIALES – CÓDIGOS QR PARA ESTUDIANTES CON DEFICIENCIAS VISUALES Y AUDITIVAS**

<i>Descripción</i>	Discusión sobre la implementación de códigos QR en los materiales docentes con el objetivo de facilitar el aprendizaje a aquellos estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE) y, en general, a toda la comunidad universitaria. El grupo de trabajo ha prestado un gran esfuerzo al desarrollo de una nueva manera de difusión de conocimientos a través de la facilitación de información mediante documentos docentes que llevan implementados códigos QR. Los códigos QR son claves cifradas que pueden ser leídas fácilmente por cualquier dispositivo óptico de uso cotidiano (teléfono móvil, iPad, etc.) al que previamente se le ha instalado un programa adecuado de lectura (que suele ser gratuito) y que, en su forma más sencilla, dirige un navegador de internet a la página solicitada en clave.
<i>Miembros de la red implicados</i>	Gerardo Casanova Pastor y José Miguel Molina

**GRUPO DE TRABAJO 3 – EXPLORACIÓN DE ENTORNOS VIRTUALES PARA SU USO EN ASIGNATURAS CON PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

<i>Descripción</i>	Estudio sobre la utilización de herramientas virtuales para la docencia en los laboratorios de química. Existen hoy en día muchas herramientas a disposición del profesor que puede hacer servir como entornos virtuales que simulan el trabajo en un laboratorio de química, biología, física, etc. Estos entornos virtuales pueden ser muy útiles para plantear experiencias no presenciales complementarias a las que los estudiantes pueden hacer de manera presencial. El grupo de trabajo ha estudiado las ventajas e inconvenientes de estas herramientas y les ha otorgado una función fundamental que puede explotarse con garantías de éxito, ya que los estudiantes manifiestan una opinión muy positiva hacia metodologías docentes que incorporen este tipo de herramientas. En cualquier caso, estas herramientas deben utilizarse siempre con fines
--------------------	--

	complementarios a las habituales prácticas de laboratorio.
<i>Miembros de la red implicados</i>	María Salvadora Sánchez y José Miguel Molina

***GRUPO DE TRABAJO 4 – ADAPTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SEGÚN CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y CONCIENCIACIÓN SOCIAL***

<i>Descripción</i>	Actualmente, los estudiantes de cualquier ámbito, y en especial en la Educación Superior, deben tender a formarse en las diferentes disciplinas dentro del marco de un aprendizaje integral que contemple amplios criterios de responsabilidad ética, cívica y medioambiental. Desde esta perspectiva, el profesorado debe comprometerse a ofrecer los recursos necesarios y la información adecuada para una plena concienciación del estudiante en temas de materia medioambiental para un desarrollo sostenible. Ambas facetas se contemplan en los estudios conducentes a la obtención del Grado en Química de la Universidad de Alicante mediante la impartición de diferentes asignaturas tanto obligatorias como optativas. El objetivo de este grupo de trabajo ha sido aumentar las posibilidades de concienciación de los estudiantes en estas materias por medio de la realización de prácticas instrumentales en el Grado en Química bajo los criterios de “Química Verde” y “Trabajo en la Microescala”. Como ejemplo se muestra la adaptación de una práctica convencional, elegida entre las que cumplen los requisitos de la Química Verde, para su realización a microescala. Esta adaptación, además de cumplir con los fines formativos ya mencionados, disminuye los costes económicos asociados tanto al consumo de reactivos como a la generación de residuos.
<i>Miembros de la red implicados</i>	Olga Cornejo, Isidro Martínez, Eduardo Vilaplana, Antonio Sepúlveda y José Miguel Molina

A continuación se exponen con más detalle algunas de los resultados más interesantes logrados en cada una de las actividades mencionadas.

## **GRUPO DE TRABAJO 1 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES PARA ESTUDIANTES CON NECESIDADES ESPECIALES – iPad y AIRSERVER PARA ESTUDIANTES CON TDAH**

El concepto del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) ha ido evolucionando en consonancia con los resultados obtenidos en las investigaciones que se han ido realizando (Guerrero & Pérez, 2011). En la actualidad, en base a los avances en neurociencia y genética y atendiendo a la diferenciación del TDAH en adultos y al planteamiento de modelos explicativos más complejos (Moreno, 2013), cobran especial relevancia los criterios diagnósticos recogidos en el DSM-IV (actualmente en revisión) o el CIE-10 (también en revisión), donde, tomando en cuenta la sintomatología del trastorno, se diferencian tres subtipos de TDAH:

- **TDAH subtipo inatento:** se destaca la tendencia a distraerse, dificultad para mantener la concentración en las tareas que se realizan, cometer errores por descuido, no presentar atención a detalles importantes, pérdida del hilo en conversaciones y en la lectura, desorden en todos los aspectos de la vida, etc.

- **TDAH subtipo hiperactividad-impulsividad:** destacan por presentar inquietud interna o nerviosismo, e incluso locuacidad y problemas para relajarse, problemas de autocontrol, una marcada tendencia a tomar decisiones y a opinar de forma rápida sin analizar la situación en la que se encuentran, interrumpir en el turno de palabra y tendencia a hablar en un tono elevado, etc.

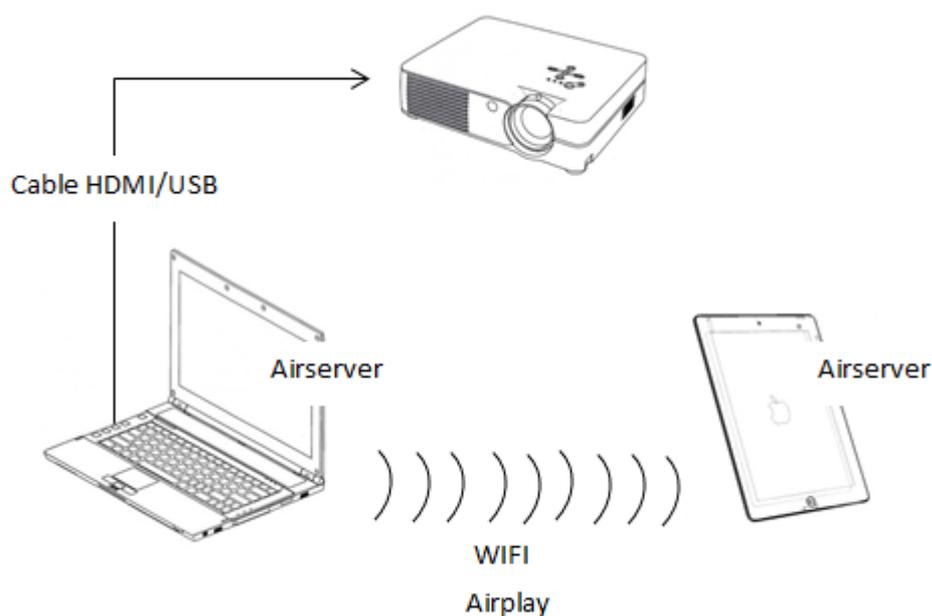
- **TDAH combinado:** los síntomas que presentan los adultos que tienen este subtipo es una combinación de la sintomatología recogida en el TDAH subtipo inatento y el de hiperactividad-impulsividad.

El propósito de este grupo de trabajo ha sido, como se ha dicho anteriormente, integrar en el aula una herramienta TIC que permita, desde un dispositivo concreto, el iPad, proyectar imágenes a tiempo real en una pantalla, ya sea la de otros dispositivos portátiles (ordenadores portátiles, móviles, tablets...), una pizarra digital, o a una pantalla de proyección. Se propone el uso de un software que permita la interacción entre el docente y el documento, bajo el objetivo de captar la atención de los alumnos, destacar ideas fundamentales, añadir nuevas notas durante la explicación, etc. Esto permitirá ir un paso más allá de las explicaciones apoyadas con texto, ya que, de manera visual, permitirá una mayor captación de la atención, evitando, en la medida de lo

posible, la dispersión en los alumnos, principalmente de los que, por su condición, ya presentan esta dificultad añadida, los alumnos con TDAH.

Para llevar a cabo dicha proyección, se requiere, en primera instancia, disponer de un programa llamado Airserver instalado en los dispositivos que se quieren conectar. Una vez que se cuenta con dicho programa, se precisa de la herramienta Airplay, disponible en el iPad, la cual, a través de una red wifi y el Airserver será lo que permita la transmisión de imágenes. En el caso de querer proyectar esas imágenes a través de un cañón para su visualización por la totalidad del alumnado, tal y como se muestra en la Figura 1, se precisa de un ordenador que hará de receptor de las imágenes y a su vez estará conectado a dicho proyector, el cual, finalmente, nos permitirá visualizar a tiempo real aquello que se haga en el iPad.

Figura 1. Diagrama de conexión iPad-ordenador-proyector.



Son numerosos los recursos que ofrece la red, tanto en versión gratuita como de pago. Para este proyecto se han elegido dos, uPAD y iAnnotate PDF, ambos de similar perfil, los cuales ofrecen un sinfín de posibilidades para enriquecer la experiencia docente.

El primero de ellos, uPAD, es un creador/editor de notas. Si se quiere acceder a él, se debe visitar App Store, y descargar la aplicación. Cabe destacar que existen dos versiones, una versión de pago, y la otra, gratuita, cuya diferencia entre ambas, reside en la diversidad de formatos para la salida de archivos (aspecto que se verá más adelante).

Tal y como se ha descrito, ambas aplicaciones ofrecen numerosas y diversas posibilidades. iAnnotate es una herramienta potente, sofisticada y profesional para crear, editar y gestionar documentos, mientras que uPAD permite prestaciones similares aunque quizás no tan potentes, pero con una interfaz posiblemente más intuitiva.

Con el uso de esta herramienta se puede: i) destacar las partes más relevantes del texto, lo que favorece un mayor seguimiento de la explicación y una remarcación de los conceptos más relevantes de la misma; ii) insertar etiquetas para introducir conceptos nuevos y, a través de la herramienta pincel y con la ayuda de un bolígrafo externo, se resuelve la cuestión planteada por el texto. El hecho de que se introduzcan estas mejoras en el documento inicial aporta dos grandes ventajas: proporciona al alumno un seguimiento de la explicación de manera interactiva y, por otro lado, permite la posibilidad de facilitar a los alumnos el documento modificado una vez terminada la explicación. Asimismo, se introducen otras mejoras sustanciales con el uso de la TIC presentada anteriormente. En relación con las dificultades típicas que presentan los alumnos con TDAH relacionadas con las tareas académicas esta herramienta puede, entre otras cosas, mejorar la concentración debido a la introducción de elementos novedosos y llamativos en la explicación, favorecer el seguimiento de la conversación y la lectura por la constante remarcación visual de los conceptos y favorecer la organización de los contenidos académicos, lo que hará que el alumno pueda tener los apuntes completos, y con ello, el trabajo individual que se realiza fuera del aula le resultará una tarea más fácil.

Como se puede observar, dichas mejoras no favorecen únicamente a los alumnos con TDAH, sino que son recursos que proporcionan unos beneficios significativos en la práctica docente de los que puede hacerse eco toda la comunidad educativa.

## ***GRUPO DE TRABAJO 2 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES PARA ESTUDIANTES CON NECESIDADES ESPECIALES – CÓDIGOS QR PARA ESTUDIANTES CON DEFICIENCIAS VISUALES Y AUDITIVAS***

Las consecuencias que supone el desarrollo del Principio de Normalización en los sujetos con Necesidades Educativas Especiales (NEE) implican una respuesta del sistema educativo, que debe incorporar nuevas aportaciones didácticas al aumentar el espectro de alumnos con problemas de aprendizaje y con NEE. Según la Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estados de Salud (INE. 2000) el 9% de la población

española declara algún tipo de discapacidad o limitación; dentro de este porcentaje el 2,7 % de la población tiene dificultades de visión, el 2,6% dificultades de audición y 504.813 personas tienen dificultades de comunicación. En la Universidad de Alicante el total de alumnos que presentan el certificado de discapacidad son 237; 22 con déficit visual, 20 con déficit auditivo, 22 con déficit mental y 58 con algún tipo de déficit motor (CAE, 2013).

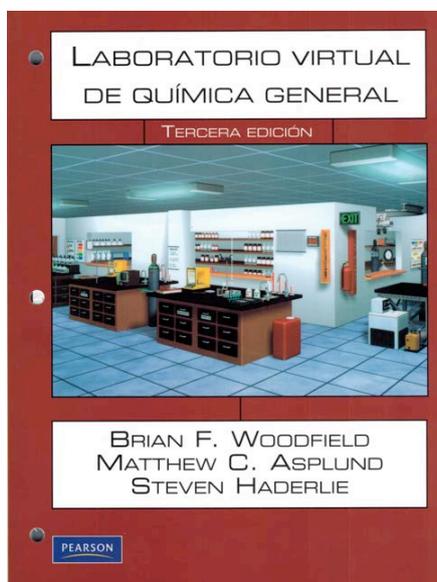
La propuesta de este grupo de trabajo es la adecuación de los materiales de enseñanza, dentro del marco de las adaptaciones curriculares individualizadas, mediante la introducción de información adicional a través de códigos QR para que puedan complementar la acción del docente en sus intervenciones educativas en personas con NEE.

Los autores del presente grupo de trabajo ya mostraron en un trabajo previo (Casanova, Molina, 2013) las grandes posibilidades de la implementación de códigos QR en materiales docentes, que pueden aplicarse en el contexto que ahora se discute para hacer las adecuadas adaptaciones curriculares con objeto de ayudar a alumnos con NEE (y, en general, a todos los alumnos). En este sentido los códigos QR se pueden vincular a contenidos multimedia como podcast que expliquen los contenidos de la asignatura, audiolibros de la propia asignatura, mapas conceptuales digitales que reflejen gráficamente los contenidos estudiados, posters interactivos en los que se aborden los contenidos trabajados, páginas web parlantes, enciclopedias y diccionarios online, textos simplificados, editores en braille matemáticos, videos didácticos de corta duración, archivos con las explicaciones del profesor o, en términos generales a cualquier solución que diseñe el profesor adecuada a las características sensoriales, la edad y el nivel de los estudiantes. Esta tecnología permite a los estudiantes no depender solamente de los apuntes de clase o de la lección magistral del profesor, además de facilitar el acceso a la enseñanza para los alumnos con NEE y de asegurarles un procesamiento perceptivo adecuado a sus estímulos sensoriales y de participar activamente en su formación, tal como exige Bolonia.

### **GRUPO DE TRABAJO 3 – EXPLORACIÓN DE ENTORNOS VIRTUALES PARA SU USO EN ASIGNATURAS CON PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

El entorno del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) plantea un reto importante en el ambiente académico universitario porque exige un cambio metodológico en el complejo proceso de enseñanza-aprendizaje. En este contexto resulta muy útil encontrar herramientas que puedan implementarse en la metodología docente para que refuercen este necesario carácter de responsabilidad del estudiante y para que le confieran la autonomía de aprendizaje necesaria que debe desempeñar a lo largo de su vida. Al respecto resultan muy útiles los laboratorios virtuales (Figura 2), que pueden utilizarse como una herramienta de refuerzo y apoyo para que los estudiantes potencien sus conocimientos por sí solos o bien se pueden implementar como elemento didáctico en las clases expositivas para fomentar un entorno participativo y constructivista. De manera añadida, mediante su uso también se potencia la adquisición de competencias en el manejo de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación), tan importantes hoy en día para la formación del estudiante.

Figura 2. Portada del libro ‘Laboratorio Virtual de Química General’ (ISBN: 978-607-442-210-8) (Woodfield et al., 2009).



## ***GRUPO DE TRABAJO 4 – ADAPTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SEGÚN CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y CONCIENCIACIÓN SOCIAL (QUÍMICA VERDE Y MICROESCALA)***

Este grupo de trabajo prestó especial atención a la adaptación de una práctica convencional, elegida entre las que cumplen los requisitos de la Química Verde, para su realización en la microescala. Con esta adaptación se persiguen varios objetivos: i) concienciación de los estudiantes en materia de sostenibilidad por medio de la realización de prácticas instrumentales en el Grado en Química bajo los criterios de “Química Verde” y “Trabajo en la Microescala”, ii) disminuir los costes económicos asociados al consumo de reactivos, y iii) disminuir la generación de residuos.

La Química Verde es un reto a "hacer química" de una manera responsable con el ambiente, aplicando los criterios de sostenibilidad. Los doce principios de la Química Verde fueron propuestos por Anastas y Warner en 1998 (Anastas, Wagner, 1998), y sirven de guía para el desarrollo de más productos y procesos amigables con el ambiente.

A continuación se muestra la adaptación del guión de la práctica “Reacción de trans-esterificación – Síntesis de bio-diésel” a la Microescala.

### ***Adaptación del guión de prácticas de Química Verde a la Microescala***

#### **REACCIÓN DE TRANS-ESTERIFICACIÓN**

##### **Síntesis (en la microescala) de bio-diésel**

Respecto al guión de la práctica anteriormente mostrado se deben sustituir los apartados de “Productos Químicos”, “Procedimiento verde” y “Contexto verde” por los apartados que a continuación se indican.

##### Productos químicos:

- Aceite vegetal (10 ml)
- Metanol (2 ml)
- Hidróxido sódico (0.1 g)

##### Procedimiento verde-microescala:

Se molidura el hidróxido sódico y se añade a un Erlenmeyer de 25 ml que contiene 2 ml de metanol (> 99% de pureza), y se agita vigorosamente hasta que se disuelva. Se calienta el aceite vegetal (10 ml) hasta unos 40 °C en un vaso de precipitados de 25 ml. Se añade a la disolución metanólica de hidróxido sódico, sin dejar de agitar. Al principio, la mezcla aparece turbia, pero pronto se aprecia que se separan dos fases. Se sigue agitando durante 20 min. El contenido del Erlenmeyer se pasa a un embudo de decantación de 50 ml, para separar la mezcla en dos fases. El glicerol se va al fondo, y el éster metílico (bio-diésel) flota sobre él. Dejar en el embudo durante 1 hora. Separar las dos fases en dos vasos de precipitados. Pesas las cantidades recogidas.

#### Contexto verde-microescala:

Esta práctica posee las características idóneas para que pueda considerarse una práctica de Química Verde y, además, está adaptada a la Microescala. Por un lado, muestra tres de los principios de la Química Verde: el uso de materias renovables, la catálisis, y el diseño para la degradación. El aceite vegetal es un material de partida renovable, dado que se obtiene a partir de plantas, en lugar de los compuestos que se obtienen a partir de petróleo. La reacción está catalizada por NaOH, lo que hace que el proceso sea económicamente viable para la producción de bio-diésel a escala industrial. El bio-diésel es un excelente producto, dado que es respetuoso con el medio ambiente. Por otro lado, las cantidades utilizadas en la práctica están pensadas para una considerable reducción de los reactivos utilizados y de los productos generados, así como también se persigue un ahorro en materiales, ya que algunos pueden adquirirse a menor precio por ser de menor tamaño.

#### **4. CONCLUSIONES**

En términos generales, se puede concluir que la red INTERMAT III ha surgido, y a la vez es el resultado, de una colaboración entre personas de muy distinta formación pero que comparten un interés (o varios) en común: han descubierto la necesidad de introducir mejoras en el ambiente docente universitario y han formado un grupo de trabajo que ha funcionado convenientemente organizado en las cuatro ramas de actuación que se han expuesto anteriormente. El trabajo conjunto de personas de formación tan heterogénea ha resultado extraordinariamente positiva. Gracias a INTERMAT III se ha podido consolidar el trabajo desarrollado en las redes

INTERMAT e INTERMAT II, todas ellas dedicadas a la investigación en docencia universitaria en el área de la Ciencia de los Materiales. Todo ello ha culminado en valoraciones de los miembros de la red muy positivas hacia las experiencias vividas y respecto a los conocimientos adquiridos. Además, se han desarrollado trabajos que han servido para su debate en las XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria 2013.

## **5. DIFICULTADES ENCONTRADAS**

Con un equipo de trabajo tan heterogéneo parece razonable que se encuentren dificultades a lo largo del desarrollo de las tareas planteadas. Aunque, en términos generales, no se han encontrado grandes dificultades, es verdad que tanto al principio del trabajo como al final haya personas que se retrasen en las tareas encomendadas. Las razones pueden ser obvias: al principio cuesta coger un ritmo de trabajo periódico y dinámico y al final las tareas docentes de muchos integrantes de la red consumen el tiempo disponible para otros menesteres. En cualquier caso, la adecuada planificación de las reuniones soslaya en gran medida este inconveniente.

## **6. PROPUESTAS DE MEJORA**

En la memoria de la red antecesora INTERMAT II, que también estaba compuesta por un equipo multidisciplinar, se mencionó como propuesta de mejora lo siguiente:

“La heterogeneidad de los miembros de la red es probable que sea la clave para un trabajo tan dinámico y motivador como el desarrollado en la red INTERMAT II. Es probable que en futuras ediciones de petición de redes docentes se incorpore un equipo todavía más multidisciplinar.”

Haciendo caso a nuestras palabras, la red INTERMAT III ha quedado configurada por un equipo todavía más interdisciplinar. El resultado de ello ha sido una experiencia fructífera y muy agradable. Por tanto, para futuras redes se espera continuar con esta línea de heterogeneidad en la formación de sus miembros y, si cabe, aumentarla.

## **7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD**

Los miembros de la red INTERMAT III agradecen poder contar con el apoyo de la Universidad de Alicante y de los organizadores y responsables del Programa Xarxes

en un futuro. Justifican su opinión en base a los excelentes resultados obtenidos y a las buenas experiencias compartidas.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Prieto, R. Molina, J.M., Narciso, J. Y Louis, E. (2008). El carbono como base para la nueva generación de disipadores de calor. VI Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Barcelona (España).
- Molina, J.M. y Narciso, J. (2008). La enseñanza de Ciencia de Materiales en la Licenciatura en Químicas. VI Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Barcelona (España).
- Lillo-Ródenas, M.A., Molina, J.M., Serrano, E. (2012). Programación de las asignaturas relacionadas con Ciencia de Materiales en el Grado en Química. X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2012). Herramientas virtuales: laboratorios virtuales para Ciencias Experimentales – una experiencia con la herramienta VCL. X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2012). La tutoría académica-universitaria: metodología de desarrollo y potenciación a través del trabajo por proyectos. X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2013) INTERMAT (red de investigación INTERdisciplinar en MATeriales). Diseño de acciones de investigación en docencia universitaria (ISBN: 978-84-695-6638-1), p. 2994-3012 (2012).
- Molina, J.M. (2013). Virtual tolos: virtual laboratories for experimental science – an experience with VCL tool. INTE 2013 Proceedings Books, Volume 2, p. 1736-1747 (2013).
- Guerrero-López, J.F. y Pérez-Galán, R. (2011). El alumnado con TDAH (hiperactividad) como colectivo en riesgo de exclusión social: propuestas de acción y de mejora. *RUEDES. Red Universitaria de Educación Especial*, Año 1, no.2, pp. 37-59. Recuperado de: <http://bdigital.uncu.edu.ar/3933>
- Moreno, I. (2011). Problemática del alumno universitario con TDAH. Implicaciones y adaptaciones a la enseñanza universitaria. Recuperado de: [http://www.infocop.es/view\\_article.asp?id=3538&cat=38](http://www.infocop.es/view_article.asp?id=3538&cat=38)

- Instituto Nacional de Estadística (1999). Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud. Madrid. Instituto Nacional de Estadística, con la colaboración del IMSERSO y de la Fundación ONCE.
- Centro de Apoyo al Estudiante (CAE) (2013). Memoria. Recuperado de <http://web.ua.es/memoria12-13/vr-estudiantes/centro-de-apoyo-al-estudiante.html#top>
- Casanova, G. & Molina, J.M. (2013). Implementación de códigos QR en materiales docentes. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria – 2013, Universidad de Alicante, pp. 933-945
- Woodfield, B.F., Asplund, M.C. & Haderlie, S. (2009). Laboratorio virtual de Química general. 3ª edición. Prentice Hall's 2009. ISBN: 978-607-442-210-8
- Anastas, P.T. & Wagner, J.C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press.