

# USO DE SOFTWARE LIBRE EN LA ASIGNATURA CIENCIA DE LOS MATERIALES (GRADO EN INGENIERIA QUIMICA USAL) COMO IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIAS ACTIVAS

del Hoyo Martínez, Carmen<sup>1</sup>

1: Departamento de Química Inorgánica  
Facultad de Ciencias Químicas  
Universidad de Salamanca  
Plaza de la Merced s/n 37008 Salamanca  
e-mail: hoyo@usal.es

**Resumen.** *La asignatura obligatoria “Ciencia de los Materiales” de 6 ECTS para el 3<sup>er</sup> Curso de Grado en Ingeniería Química debe servir para conectar el aprendizaje con la realidad. Por esto, el uso del software libre Matter 2.1 pretende concienciar al alumnado de que lo que estudia va a servir siempre para un propósito que deberán tener en cuenta a la hora de desarrollar su actividad profesional. Los principales objetivos que se pretenden alcanzar serían los siguientes: 1) Promover el trabajo en grupo. 2) Desarrollar habilidades expositivas y de síntesis. 3) Evaluar determinadas competencias. 4) Promover la docencia híbrida (on line y presencial) mediante el uso de software gratuito de Ciencia de los Materiales.*

**Palabras clave:** Docencia híbrida, metodologías activas, trabajo en grupo.

## 1. INTRODUCCIÓN

La asignatura obligatoria “Ciencia de los Materiales” del Grado en Ingeniería Química ha comenzado a impartirse en el presente Curso Académico 2012-2013 durante el segundo semestre. Los contenidos de esta asignatura son los siguientes:

### 1. BLOQUE CONCEPTOS ESTRUCTURALES BÁSICOS

Estado cristalino. Estado amorfo. Defectos. Diagramas de Fase. Difusión, Métodos de Análisis Estructural.

### 2. BLOQUE MATERIALES ESTRUCTURALES

Materiales metálicos. Materiales cerámicos. Materiales Poliméricos. Materiales Compuestos

### 3. BLOQUE MATERIALES FUNCIONALES

Materiales electrónicos. Materiales Magnéticos. Materiales Ópticos. Biomateriales.

Dentro de las competencias transversales de la asignatura están las siguientes:

TI1 Capacidad de análisis y síntesis

TI3 Comunicación oral y escrita en la lengua propia

TI4 Conocimiento de una lengua extranjera

TI7 Capacidad de realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados

TI8 Resolución de problemas

Dentro de las competencias sistémicas se encuentran las siguientes:

- TS1 Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- TS2 Aprendizaje autónomo
- TS3 Adaptación a nuevas situaciones
- TS5 Creatividad
- TS8 Iniciativa y espíritu emprendedor
- TS9 Motivación por la calidad

En cuanto a las competencias personales/interpersonales:

- TP1 Trabajo en equipo
- TP2 Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinario
- TP3 Trabajo en un contexto internacional
- TP4 Habilidades en las relaciones interpersonales
- TP7 Elaboración y defensa de argumentos
- TP8 Razonamiento crítico

Disciplinares:

- DR4 Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales.
- DR5 Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.

Profesionales:

- 1P1 Concebir Proyectos de Ingeniería Química
- 4P3 Diseñar sistemas de manipulación y transporte de materiales

Para el desarrollo de dicha asignatura se planteó la formación de dos Grupos reducidos de once estudiantes para plantear tres trabajos en grupo: uno por cada bloque temático de Ciencia de los Materiales. Debido a la experiencia en la impartición de la misma materia en dos asignaturas diferentes en las titulaciones a extinguir (Química del Estado Sólido y Ciencia de los Materiales de Ingeniería Química), se observó que los estudiantes eran muy reacios al estudio de materiales en inglés y también al trabajo en grupo. Varias de las competencias transversales, sistémicas y personales/interpersonales quedan afectadas por este rechazo. Es importante, por tanto, concebir por lo menos un intento de acercamiento a la evaluación de competencias que pueden ser fundamentales para el futuro desarrollo profesional de los ingenieros químicos.

El software Matter 2.1 es gratuito y está en inglés. Es muy útil para abordar casos prácticos de los Bloques 1 y 2 del temario (Conceptos Estructurales Básicos y Materiales Estructurales), además de contar con un glosario muy completo que facilita el estudio de esta materia a los estudiantes.

## 2. METODOLOGÍA

La *metodología* se basa en lo que se denomina el **aula cooperativa**. Esta experiencia docente debe ser concebida de tal manera que se convierta en una tarea investigadora para los alumnos, en la que el profesor sólo debe dirigir y orientar su trabajo. El alumno es el principal agente y el profesor debe limitarse a acompañarle en la realización de la

actividad, sirviendo como ayuda para salvar los inconvenientes que encuentre. Es importante destacar que, al igual que las clases de problemas, este tipo de actividad es un instrumento eficaz para que el profesor compruebe el aprovechamiento de las clases teóricas por parte del estudiante, información que puede utilizarse como complemento al resto de métodos de evaluación.

El profesor debe incentivar la participación activa del estudiante en los casos estudiados y no realizar una mera exposición de los contenidos. Se debe hacer especial hincapié en la distinción de los distintos tipos de materiales, su química, su estructura y en relacionar sus propiedades y posibles aplicaciones en los campos tecnológico y medioambiental, con ambas características para así desarrollar una visión crítica y constructiva por parte del estudiante e impedir que se dedique únicamente a memorizar los apuntes.

A partir del análisis de casos reales, se entrena a los estudiantes en la práctica de situaciones laborales reales en las que hay que tomar decisiones sobre cómo resolver dichos casos. La situación a analizar puede comportar toda suerte de información real: datos, números, tablas, descripción del medio, expectativas, etc. El trabajo de los alumnos consiste en búsqueda bibliográfica relacionada con el caso, análisis de la situación y toma de decisiones como lo haría el responsable real de la situación propuesta. Para que sea eficaz el caso debe presentar a los estudiantes situaciones muy parecidas a las que ellos están o tendrán que vivir en su futuro profesional y para el que las decisiones a tomar sean cercanas a las reales e inmediatas. Asimismo debe tener elementos de incertidumbre, conflicto y urgencia para que despierte el interés su resolución y sea atractivo para los estudiantes. El estudiante se iniciará en la lectura y manejo de revistas especializadas además de en la transmisión oral de los conocimientos.

Los estudiantes preparan su informe para la discusión en grupos. Seguidamente tiene lugar la puesta en común de los análisis individuales, discusión conjunta del caso y adopción por el subgrupo de una solución consensuada para el problema. El profesor, como animador y coordinador del análisis final del caso, dirige la puesta en común a nivel de todo el grupo de clase y comenta la decisión unánime a la que han llegado los alumnos y da su opinión sobre la resolución del caso.

Una experiencia de Innovación Docente como ésta puede ser una buena oportunidad para desarrollar el *aprendizaje social y cooperativo*. Poner a trabajar a los estudiantes en grupos puede generar situaciones competitivas o individualistas. Para estructurar sesiones que hagan que el trabajo sea cooperativo, se requiere tener en consideración los siguientes elementos básicos:

- La interdependencia positiva.
- Promover la interacción cara a cara.
- Dar responsabilidad a cada estudiante del grupo.
- Desarrollar las habilidades del grupo y las relaciones interpersonales.
- El proceso de grupos.

### 3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En el Plan de Coordinación de la asignatura ya entregado a finales de junio del 2012, se planteaba la entrega de tres estudios de casos los días 22 de marzo, 17 de abril y 10 de mayo. En la Tabla 1, se detallan los casos prácticos desarrollados para cada Bloque Temático de la asignatura en orden cronológico ascendente.

GRUPO REDUCIDO 1	GRUPO REDUCIDO 2	BLOQUE TEMATICO
Defectos puntuales en metales	Dislocaciones en los metales	1 Conceptos estructurales básicos
Elasticidad en polímeros (caucho)	Comportamiento de los materiales compuestos (esquí)	2 Materiales estructurales
Biomateriales en el implante de cadera	Biomateriales en los implantes dentales	3 Materiales funcionales

Tabla 1. Estudios de casos

Cada uno de los estudios de casos estuvieron apoyados en la Plataforma Moodle de esta asignatura por la parte del software Matter 2.1 que contemplaba el estudio correspondiente y si el grupo quería acceder a otra bibliografía especializada se les instruía en la búsqueda en las Bases de Datos que la Universidad de Salamanca tiene habilitadas para tal efecto. La solución de cada uno de los casos se colgó en la Plataforma y luego se llevó a cabo una reunión donde un representante elegido por cada grupo expuso el trabajo para al finalizar responder entre todos a las preguntas que plantearon los integrantes del otro grupo, defendiendo los planteamientos a los que se ha llegado.

Todos los estudios de casos seleccionados se planteaban para adquirir las competencias especificadas anteriormente. En el caso del Bloque “Conceptos Estructurales Básicos” era fundamental para el desarrollo de la asignatura el plantear esta actividad, ya que de una base bien establecida, los conceptos a estudiar posteriormente eran más fáciles de asimilar, volviendo a estos conceptos básicos cada vez que el temario así lo requería planteando la asignatura desde el punto un punto de vista integrador. De esta manera, el contenido no tiene porque hacer un recorrido lineal, es decir, nos da la capacidad para entrar en una “espiral” en la que los estudiantes son devueltos a determinados temas generales de manera periódica pero son alentados a abordar estos temas en niveles de conocimiento, representación y análisis diferentes. En nuestra opinión, es más efectivo para la comprensión de la química y propiedades de los materiales que los conceptos base estén todavía frescos, y por eso proponemos que el estudio de la estructura se realice antes.

Se necesitó de una lección introductoria para abordar el estudio de casos de biomateriales, explicando la fisiología de la cadera y los factores quimicofísicos que le pudieran afectar y también las condiciones en las que se deben realizar los implantes dentales. Se comenzó con una exposición general de los biomateriales que están presentes en humanos, animales y plantas. Las propiedades exigidas a los materiales para que puedan ser utilizados en ingeniería biomédica son, la mayor parte de las veces, muy restrictivas debido a la complejidad mecánica y química de los sistemas corporales

a sustituir. Siempre que cualquier material se introduce dentro del cuerpo se produce una reacción de rechazo. La magnitud del rechazo puede ser desde una irritación moderada, o una inflamación, hasta la muerte. Cualquier material implantado debe ser biocompatible, es decir, debe producir el mínimo grado de rechazo. Los productos que se forman a partir de reacciones con los fluidos corporales deben ser tolerados por los tejidos circundantes de tal manera que la función del tejido normal no sea afectada.

Cuando las tres experiencias finalizaron se hizo una encuesta en red para observar la satisfacción y si los estudiantes creían que habían mejorado en la adquisición de las competencias transversales, sistémicas e personales/interpersonales que se pretendían alcanzar con el desarrollo de esta materia. El porcentaje de satisfacción fue del 70% y también se mostraron muy favorables al desarrollo de los estudios de casos de esta manera.

La valoración de los estudios de casos se englobó dentro del 60% correspondiente a la evaluación continua de la asignatura. Los estudiantes se implicaron en el proceso aunque al principio estuvieron un poco reticentes a la realización de esta actividad. Cuando observaron la aplicación práctica de la teoría de la materia en esta experiencia, su interés aumentó y los resultados fueron positivos.

#### **4. CONCLUSIONES**

El desarrollo de esta actividad potencia el trabajo en grupo y acerca a la realidad laboral con la que se han de enfrentar los futuros ingenieros químicos sobre el desarrollo laboral en el área de la ciencia e ingeniería de los materiales, que en estos momentos es una de las salidas profesionales que tiene la titulación que están cursando.

El uso del software gratuito Matter 2.1, como instrumento complementario del contenido teórico, es lo que aquí se propone. Uno de nuestros objetivos como docentes es conectar la teoría con la realidad que nos envuelve. Creemos que conocer las situaciones reales en el mundo laboral empresarial es una buena herramienta para ello. El hacer consciente al estudiante de la realidad que lo circunda le obliga a un ejercicio de comprensión, análisis y síntesis que deberá culminar en la realización de un trabajo en grupo. Con la realización de esta actividad, conseguimos diversos objetivos propuestos por el Espacio Europeo de Educación Superior, entre los cuales destacamos: el dominio del vocabulario básico de la asignatura y de la capacidad de interpretar situaciones, adaptar procesos y buscar soluciones. Asimismo, se perfecciona la comunicación oral y escrita, la capacidad de análisis y de síntesis y, también, la capacidad de razonar críticamente.

Asimismo, también se ha utilizado la docencia híbrida. La Plataforma Studium de la Universidad de Salamanca fue más visitada por los estudiantes al plantearseles este tipo de actividad y hacer los anuncios de las sesiones para empezar a tratar los estudios de casos. Creemos que ésta ha sido una experiencia enriquecedora para todos y en los tiempos de premura económica, está claro que encontrar una herramienta gratuita y útil es fundamental para seguir manteniendo la ilusión e innovando en la docencia.

## REFERENCIAS

- Agarwala, R. P. (2000). *Special defects in semiconducting materials*. Oxford University Press.
- Bolton, W. C. (2005). *Mechanical Science*. Blackwell Science Ed.
- Castells, M. (1996). *La Era de la información I*. La Sociedad Real, Alianza Ed.
- Chawla, K.K. (2005). *Fibrous Materials*. Cambridge University Press.
- Delgado, M.A. & Fonseca-Mora, M.C. (2010). *The use of co-operative work and rubrics to develop competences*. Education for Chemical Engineers. 5, 33-39.
- Duke, C. (1992). *The Learning University. Toward a new paradigm*, SRHE and Open University Press. York: Basic Books.
- George, J.F., Jacono, S., Kling R. (1995). *Learning in context: Extensively computerized work groups as communities-of-practice*. Accounting, Management and Information Technologies 5, 185-202.
- Hull, D. (2001). *Introduction to dislocations*. John Willey & Sons.
- Hummel, R.D. (2001). *Electronic properties of materials*. Oxford University Press.
- Matter 2.1. (2012). *Materials Science on CD ROM*. Liverpool University Press Ed.
- Rao, C. N. R. (2010). *The chemistry of nanomaterials: synthesis, properties and applications*. Wiley VHC. Alemania.
- Rescher., R.(1999). *Razón y valores de la era científico-tecnológica*, Paidós Ed.
- Sastre, A. (2009). *Biomateriales*. Faenza Editrice Ibérica. Italia.
- Soboyejo, W. O. (2007). *Advanced structural materials: properties, design optimization, and applications*. CRC Press . LLC. USA.
- Vallet Regí, M. & Arcos Navarrete, D. A. *Biomimetic nanoceramics in clinical use: from materials to applications*.
- Wessel, J. (2004). *The handbook of advanced materials: enabling new designs*. John Wiley and Sons. West Sussex. Reino Unido.

