

CREACIÓN DE MATERIALES DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

*Lucrecia Campayo Pérez, M.^a Carmen Cano Benjumea,
M.^a Josefa Rodríguez Yunta, Ana M.^a Sanz Plaza*

lcp@quim.ucm.es; mccano@quim.ucm.es; mjryun@quim.ucm.es; asanzpla@quim.ucm.es
Departamento de Química Orgánica I, Facultad de Ciencias Químicas, UCM, Madrid

Se presentan en este trabajo una serie de materiales que se han elaborado para facilitar y mejorar el proceso de aprendizaje de la asignatura de Química por parte de los estudiantes que cursan la licenciatura en Biología, teniendo siempre presente la posibilidad de su utilización en otros estudios del área de Ciencias de la Salud. Estos materiales se han hecho accesibles a los alumnos dentro del Campus Virtual.

INTRODUCCIÓN

Una de las graves dificultades con las que debe enfrentarse un profesor a la hora de impartir docencia en la asignatura de Química correspondiente a la licenciatura en Biología es la amplitud del programa (bases estructurales de la química, reactividad y propiedades de los compuestos orgánicos, química del medio ambiente y química y energía) y el escaso número de créditos asignados a la misma (6,5 incluyendo las actividades prácticas y teóricas). En los nuevos planes de estudio esta situación no tiene visos de mejorar.

El Espacio Europeo de Educación Superior perfila un modelo de aprendizaje centrado en el alumno, en el que el profesor es un facilitador del aprendizaje, el alumno tiene una autonomía creciente y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) desempeñan un papel relevante, por cuanto que la enseñanza presencial abre cada vez más paso a la virtual y a la investigación del alumno y la construcción de su propio aprendizaje.

Las acciones de innovación y mejora relacionadas con el Campus Virtual de la UCM constituyen una herramienta de primera im-

portancia para la innovación docente, ya que se presta al desarrollo de nuevas metodologías docentes, más activas y participativas, enfocadas al aprendizaje. Por ello el desarrollo y creación de materiales correspondientes a determinadas materias curriculares para su uso en el Campus Virtual favorece sin duda el proceso de formación.

Aunque el uso del Campus Virtual de la UCM no corresponde exactamente con el *e-learning*, sí participa de algunos de los conceptos propios de éste. Con el *e-learning* no solamente se introduce una nueva tecnología del aprendizaje. Las personas pueden aprender de formas diversas mediante el acceso a una información bien diseñada, por el uso de herramientas que mejoran el desempeño por medio de la experiencia y de otros factores. El objetivo que se ha perseguido es, por tanto, la creación de materiales específicos en contacto con la realidad biológica.

Los materiales que se han elaborado se enmarcan dentro de las iniciativas encaminadas a la implantación de metodologías que faciliten y mejoren el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan la licenciatura en Biología. En todo momento se ha buscado la ade-

cuación de los temas tratados al programa de la asignatura, pero sin olvidar la posibilidad de su utilización en otros estudios del área de Ciencias de la Salud. En ningún momento se ha pretendido que los materiales diseñados sustituyan la labor del profesor o la de un buen libro. Se trata únicamente de materiales que faciliten la labor del alumno aclarando conceptos básicos e interrelacionando las explicaciones recibidas en clase con la problemática más afín a sus estudios.

MATERIALES ELABORADOS

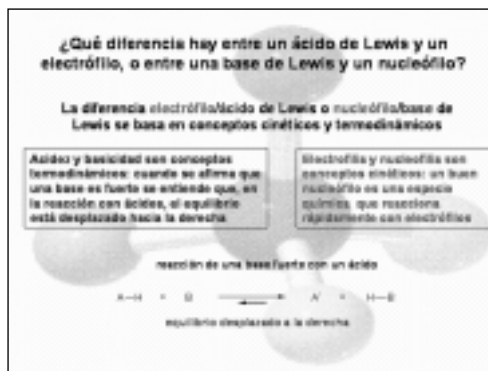
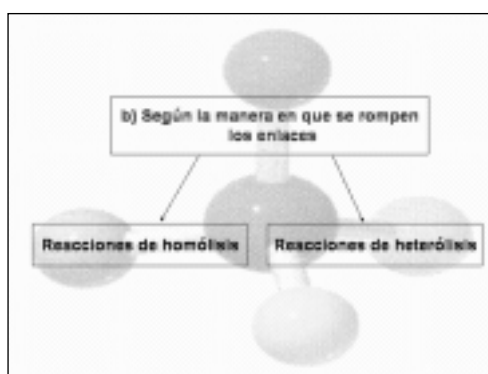
Los materiales elaborados pueden agruparse en tres tipos:

- Propiedades y reactividad de los grupos funcionales de interés en biología.
- Ejemplos que contemplan diversos aspectos de problemas biológicos relacionados con la química.
- Temas relacionados con el medio ambiente.

Los materiales correspondientes al primer tipo son quizá los más sencillos, pero no por ello menos útiles. Una de las dificultades con la que tropiezan los alumnos de la licenciatura en Biología cuando intentan ampliar sus conocimientos de química, especialmente en lo referente a la Química Orgánica, es el hecho de que los libros sobre el tema están escritos pensando en alumnos de Química, por lo que en algunos aspectos son excesivamente elevados para un alumno de primer curso de Biología. Por esta razón se han elaborado una serie de documentos que resaltan los aspectos básicos de los temas del programa de la asignatura, complementando así las explicaciones dadas en el aula y facilitando el estudio. Asimismo se han incluido en la página web del curso unos enlaces a dos páginas de nomenclatura (orgánica e inorgánica) donde los alumnos podrían practicar, de forma interactiva, sus conocimientos sobre el tema.

En la presentación de los contenidos teóricos se ha buscado la claridad y la concisión, haciendo un amplio uso de imágenes adecua-

das, dada la naturaleza de la asignatura y de la tendencia cognitiva al procesamiento predominantemente visual de los alumnos. Como muestra se presentan a continuación una serie de ejemplos tomados de algunos de estos temas:



4 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA ECUACIÓN DE VELOCIDAD.

Experimentalmente se mide la variación de la concentración (o una magnitud relacionada con ella) con el tiempo.

¿Cómo obtener, a partir de esos datos, la constante de velocidad y el orden de reacción?

a) Método de las velocidades iniciales

Experimento 1: $v_{i1} = k[A]_1^n$
 Experimento 2: $v_{i2} = k[A]_2^n$ $v_{i1}/v_{i2} = ([A]_1/[A]_2)^n \rightarrow n$
 conocido a, despeja k.

Se puede utilizar también para $A + B \rightarrow \text{Productos}$, manteniendo constante la concentración de un reactivo y modificando la otra.

b) Método de las ecuaciones integradas

Supongamos un orden determinado y determinamos qué variación se ajusta mejor a una línea recta.

Orden cero Orden uno Orden dos

2 TERMODINÁMICA DE SISTEMAS ELECTROQUÍMICOS. PILAS GALVÁNICAS.

Sistemas electroquímicos: Aquellos en los que ocurren reacciones de transferencia de electrones.

$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$

Reacción por contacto directo. Así no es un dispositivo útil para generar corriente eléctrica.

Pila electroquímica: Dispositivo en el que se produce una corriente eléctrica (flujo de e^- a través de un circuito) gracias a una reacción espontánea (pila galvánica o voltaica) o en que se utiliza corriente eléctrica para llevar a cabo una reacción química no espontánea (célula electrolítica).

Electroquímica

Rama de la química que estudia la interconexión entre la energía eléctrica y la energía química.

Tiene dos usos

De las reacciones químicas para producir electricidad (pila)

De la electricidad para producir reacciones químicas (electrólisis)

Pila Daniell

1.00 M $Zn(NO_3)_2(aq)$ 1.00 M $Cu(NO_3)_2(aq)$

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
 Oxidación Reducción

$Zn(s) | Zn^{2+}(1.00 M) || Cu^{2+}(1.00 M) | Cu(s)$

John Frederic Daniell (1790-1845)

6 DISOLUCIONES AMORTIGUADORAS.

Para muchos procesos, el control del pH resulta fundamental (p.ej. reacciones bioquímicas)

Disoluciones amortiguadoras (o tampón): Disoluciones que mantienen un pH aproximadamente constante cuando se agregan pequeñas cantidades de ácido o base o cuando se diluyen.

Composición
 Cantidades sustanciales de un ácido débil y de su base conjugada (o una base débil y su ácido conjugado).
 (p.ej. CH_3COOH/CH_3COONa)

¿Cómo calcular el pH de una disolución tampón?
 Con el tratamiento exacto (apartado 4).

¿Cómo estimar aproximadamente el pH de una disolución tampón?

$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]_{in}}{[HA]_{in}}$ $pH = pK_a + \log \frac{[base]_{in}}{[ácido]_{in}}$ Exacto

Dado que las concentraciones iniciales de ácido y de su base conjugada son grandes, se puede suponer que las cantidades que desaparecen y que aparecen durante se va acercando al equilibrio serán pequeñas, comparadas con las iniciales.

Por tanto, en la fórmula anterior las concentraciones en el equilibrio se pueden aproximar por las concentraciones iniciales.

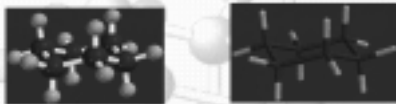
$pH = pK_a + \log \frac{[base]_{in}}{[ácido]_{in}}$ Ecuación de Henderson-Hasselbalch Aproximada

Conformación	Vista lateral	Vista frontal
Alternada		
Eclipsada		

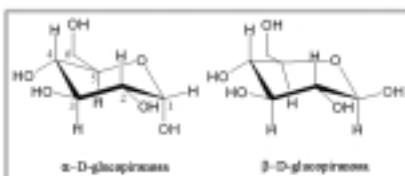
Conformación: \rightleftharpoons Equilibrio dinámico

No son idénticas, porque a temperatura ambiente se interconvierten con mucha facilidad

La conformación más estable del ciclohexano es la de silla



El ciclohexano no es plano, adopta la conformación denominada silla donde los ángulos de enlace internos son próximos a los de un tetraedro. En esta conformación todos los hidrógenos están alternados.



Debido a la naturaleza tetraédrica de los carbonos, los azúcares en forma piramidal se encuentran en conformación "silla" o "bote", dependiendo del azúcar.

Las representaciones empleadas en la figura superior reflejan mucho mejor la conformación real de las moléculas de azúcar que las proyecciones de Haworth.

Rotación específica

La rotación observada $[\alpha]$ depende del número de moléculas y es proporcional a:

- la longitud de paso (l) y
- la concentración (c)

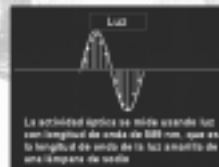
Se define la rotación específica $[\alpha]$ como:

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{c \cdot l} \cdot 100$$

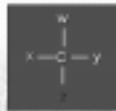
Concentración = g/100 mL
Longitud: en decímetros

Propiedades de las moléculas quirales: actividad óptica

- Una molécula es ópticamente activa si rota el plano de la luz polarizada.
- Para que una sustancia muestre actividad óptica, debe ser quiral y que uno de los enantiómeros esté en exceso.



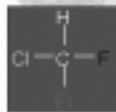
Centro estereogénico



Un átomo de carbono con cuatro sustituyentes distintos unidos a él se llama:

- Centro quiral
- Centro asimétrico
- Estereocentro

□ Una molécula con un solo centro estereogénico es quiral



Ejemplo: bromoclorofluorometano

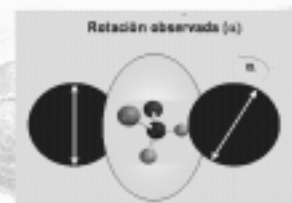
Polarización de la luz

La luz ordinaria (no polarizada) posee infinitos planos de vibración

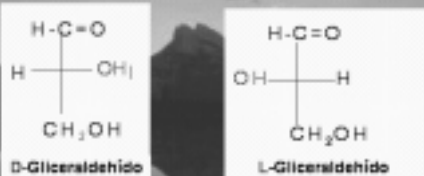
Un rayo de luz polarizada es aquella que posee un único plano de vibración



Rotación del plano de la luz polarizada



α puede tener signo (+) o (-) según desvíe el plano de polarización hacia la derecha o hacia la izquierda



D = dextro;

L = levo

El gliceraldehído presenta un carbono asimétrico ($n^{\circ}1$), luego existen $2^n = 2 =$ estereoisómeros, los cuales son el D- y el L-gliceraldehído.

Derivados hidroxilicos

Estructuralmente semejantes al H₂O


Sustitución de un H por una cadena carbonada alquílica

R-O-H
Alcoholes

Sustitución de un H por un anillo aromático

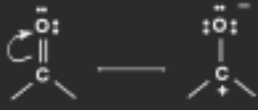
C₆H₅-O-H
Fenoles

La presencia de un átomo de oxígeno afecta a la geometría de la misma forma que un grupo CH₃



La conformación más estable del diál éter es análoga a la del pentano

La resonancia ayuda a describir el grupo carbonilo



⇒ Los nucleófilos atacan al carbono
⇒ Los electrófilos atacan al oxígeno

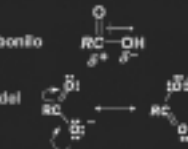
Isomería

Isómeros

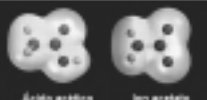
- isómeros constitucionales
- estereoisómeros
 - enantiómeros
 - diastereómeros

La mayor acidez de los ácidos carboxílicos se debe a la estabilización del ion carboxilato por:

- ✓ Efecto inductivo del grupo carbonilo
- ✓ Estabilización por resonancia del ion carboxilato




Mapa del potencial electrostático del ácido acético y del ion acetato



Ácido acético Ion acetato

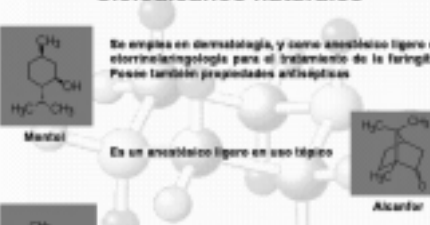
Los ácidos obtenidos de la hidrólisis de las grasas y los aceites se llaman ácidos grasos



- ◇ Los ácidos grasos normalmente tienen una cadena no ramificada con un número impar de átomos de carbono (intervalo de C₁₃ a C₂₁)
- ◇ Si presentan dobles enlaces, estos se encuentran generalmente en cis

Los materiales correspondientes al segundo tipo pretenden facilitar el aprendizaje del alumno al relacionar una amplia variedad de hechos y situaciones del mundo de la biología con las bases químicas que condicionan su desarrollo. Así, por ejemplo, se presentan problemas como el *stress* oxidativo y el efecto de los radicales libres, la ósmosis y sus consecuencias en las células o las reacciones químicas asociadas con la visión o con el rizado del cabello. También se han incluido diversos ejemplos de hidratos de carbono complejos o de azúcares modificados, indicando su utilidad en el mundo animal y vegetal. Algunos ejemplos de los materiales de este tipo son los que se presentan a continuación:

Cicloalcanos naturales



Se emplea en dermatología, y como anestésico ligero en otorrinolaringología para el tratamiento de la faringitis. Posee también propiedades antisépticas

Mentol

Es un anestésico ligero en uso tópico

Alcanfor

Feromona de atracción sexual segregada por el macho del insecto plaga de las plantas de algodón

Grandisol

Osmosis

1. Sin membrana (sin barrera)

2. Membrana con agua

3. Membrana con sacarosa

La Heparina, un glicosaminoglicano soluble que se encuentra en forma de gránulos en los mastocitos, tiene una estructura similar a la de los sulfatos de heparan, pero está más sulfatada.

Cuando se libera en la sangre, inhibe la formación de coágulos por interacción con la proteína antitrombina.

La heparina tiene conformación de hélice extendida.

heparin (IDS-SGN).

C O H S

La repulsión entre las cargas de los numerosos grupos cargados negativamente contribuye a mantener la conformación.

La heparina de la imagen tiene 10 residuos, alternando IDS (iduronato-2-sulfato) y SGN (N-sulfo-glucosamín-6-sulfato).

Las cianohidrinas se encuentran en la naturaleza unidos a carbohidratos. Estos compuestos se llaman "glicósidos cianogénicos"

Por ejemplo, la amigdalina se encuentra en las almendras amargas y en los huesos de muchas frutas. Por hidrólisis produce cianuro de hidrógeno que es tóxico

AMIGDALINA

ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Muchos compuestos naturales son ácidos carboxílicos o se derivan de ellos

- El ácido láctico se halla en los tejidos animales
- En las frutas se encuentran por ejemplo: el ácido cítrico en frutas cítricas, el ácido benzoico en las arándanos azules y las ciruelas verdes, el ácido fólico en los frutos del freixo o el málico en las manzanas.
- En las especias también se encuentran varios ácidos orgánicos
- Las prostaglandinas, derivadas de los ácidos, son poderosas reguladoras de procesos biológicos, cuyo funcionamiento se ha conacado en fechas recientes
- La aspirina es un fármaco sintético. Sus efectos terapéuticos se deben a su capacidad de inhibir la biosíntesis de las prostaglandinas
- Muchos de ellos constituyen metabolitos intermedios y productos finales del metabolismo microbiano y se hallan en muchos productos lácteos, cárnicos y vegetales ya fermentados

Química de la visión

rodopsina

metarodopsina II (trans-rodopsina)

La solubilidad de las sales de los ácidos carboxílicos con 12-18 átomos de carbono es anormal, dan carboxilatos que forman micelas en agua

Estearato sódico (octadecanoato sódico)

Apolar Polar

El estearato de sodio tiene una "cabeza" polar (grupo carboxilato) y una cadena larga, o "cola", no polar.

El carboxilato es hidrofílico, y la cadena larga es lipofílica.

En agua, los iones estearato se agrupan para formar agregados; los iones carboxilato se sitúan en el exterior y la "cola" apolar en el interior, formando una micela casi esférica.

Por ejemplo:

Contienen el grupo aldehído:

Citral De olor y sabor fresco, almendrado, y de frutas verdes. Se encuentra en el limón, la naranja y la melisa.

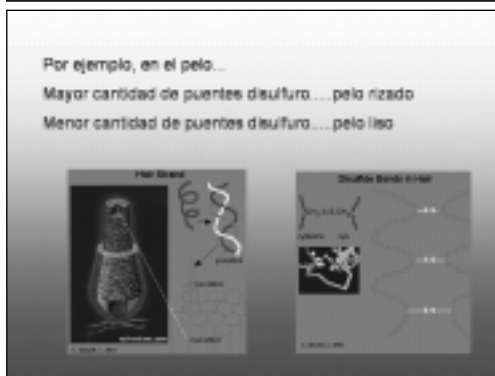
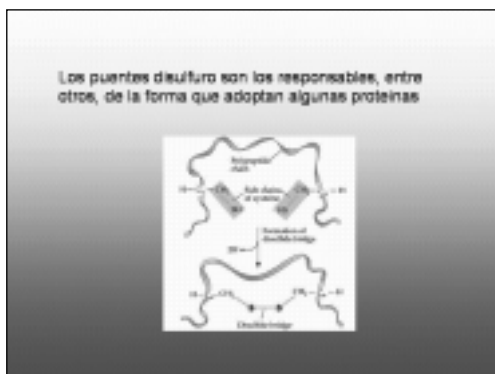
Citronelal Olor y sabor semejante al anterior. Se encuentra en la naranja y la melisa.

Decal-2-benalal Feromona de alarma de la hormiga "trémula"

Lípidos

- > No son solubles en agua y sí en disolventes orgánicos
- > Algunos de los más importantes tienen un origen biosintético común a partir del ácido acético (acetato)
- > En muchas rutas biosintéticas una sustancia llamada acetilcoenzima A es la fuente de acetato

Acetil-CoA



En el marco ECTS, el concepto de crédito cambia notablemente. Así, mientras que en el sistema actual hace referencia al trabajo del profesor (horas presenciales de clase = magistrales), en el nuevo modelo el crédito se refiere al trabajo del estudiante en relación con el aprendizaje y la consecución de unos objetivos definidos. Para su cómputo es imprescindible, pues, considerar no sólo las clases teóricas y prácticas en las que participará el alumno, sino todo el volumen de trabajo que

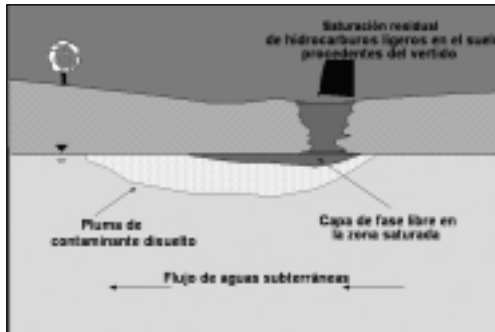
el estudiante ha de realizar para superar la asignatura.

La reducción de las horas presenciales es una iniciativa que pretende que el estudiante disponga de mayor tiempo durante la semana a fin de que pueda asumir realmente una posición más activa en relación con su propio aprendizaje. Con ello se espera que el alumno/a pueda dedicarse de forma más intensa a la preparación de la materia, a la obtención de información, a la realización de ejercicios y trabajos, etc.

El material generado hasta la fecha correspondiente a los dos primeros tipos permite compaginar las clases teóricas y prácticas según el formato clásico, con el uso de una página web de la materia, donde los alumnos pueden consultar diverso material didáctico con el que profundizar en determinados temas y, sobre todo, relacionarlos con los seres vivos.

Por lo que respecta al tercer tipo de materiales, los relacionados con la energía o el medio ambiente, algunos de ellos se habían preparado inicialmente para la asignatura Química y Medio Ambiente correspondiente a la licenciatura de Química, pero, dado que resultaban adecuados por su nivel, se han incluido entre los materiales utilizados en la última parte de la asignatura. Entre estos materiales se incluyen los relativos al tratamiento de aguas, el reciclado de los plásticos o el uso de pesticidas. A ellos se han añadido otros relativos al uso de energías alternativas o a la problemática de la energía nuclear, como puede verse en los siguientes ejemplos:





Reciclado de los plásticos

- El reciclado se simplifica gracias al uso de códigos en los objetos de plástico.

- 1 PETE Polietilenteraftalato
- 2 HDPE Polietileno de alta densidad
- 3 PV Cloruro de polivinilo
- 4 LDPE Polietileno de baja densidad
- 5 PP Polipropileno
- 6 PS Poliestireno
- 7 Otros

Otras formas:

- Energía Nuclear
- Energía de las mareas
- Energía térmica de la Tierra

1. Tipos de materiales reciclables

Plásticos

Los del tipo 1 y 2 se reciclan fácilmente. Los del tipo 4 se reciclan algunas veces. Los otros tipos no se reciclan fácilmente, excepto quizás en pequeños programas de prueba. Los plásticos comunes de policarbonato (PC) y acrílico-butadieno-estireno (ABS) no llevan números de reciclado. El código debe moldearse en la parte de plástico de forma que sea claramente visible a fin de clasificarlo. Los mejores símbolos son grandes y el acabado de su superficie es liso como el del resto del artículo. Si el recipiente tiene una superficie rugosa (mate), el símbolo debe ser negro, y visoesfera.

La acumulación de DDT en los tejidos de las aves rompe el mecanismo de control del calcio durante la formación de la cáscara. Las cáscaras se vuelven tan frías que se rompen y el polluelo no sobrevive hasta su madurez.

Este material se ha hecho accesible en el CV únicamente a los alumnos matriculados en la asignatura. Una parte del mismo, la relativa a la química de la energía y la del medio ambiente, se ha empleado como material de consulta en los seis grupos que imparten la asignatura, mientras que el resto de los materiales se han empleado solamente en los dos grupos en los que impartían docencia los profesores involucrados en este trabajo.

La experiencia llevada a cabo ha sido valorada positivamente por los alumnos. El 52% de los matriculados (107) ha accedido sistemáticamente a la asignatura haciendo uso del material, mientras que sólo tres alumnos (2,7%) han accedido al material menos de diez veces. Los alumnos que han usado habitualmente estos materiales los han calificado de forma positiva (superior a seis en todos los casos), habiendo alcanzado mayores puntuaciones aquellos datos sobre aplicaciones biológicas o medioambientales de los temas. Estos resultados son bastante acordes con la motivación general que presentan los alumnos de la licenciatura en Biología y con la asistencia habitual a las clases, lo que nos ha confirmado la utilidad de las herramientas diseñadas para facilitar el aprendizaje de los alumnos realmente interesados.

Siguiendo sus sugerencias sobre posibles mejoras en el material de la asignatura, se pretende incluir en un futuro próximo la posibilidad de realizar ejercicios tipo tests interactivos sobre los temas tratados, y no únicamente sobre nomenclatura, así como materiales adecuados para la preparación de los exámenes.

BIBLIOGRAFÍA

- CHAMORRO PLAZA, M.^a Carmen; SÁNCHEZ DELGADO, Primitivo (2005): *Iniciación a la docencia universitaria. Manual de ayuda*. Madrid: Instituto de Ciencias de la Educación, UCM.
- LEWIS, Roger; WHITLOCK, Quentin (2003): *How to Plan and Manage an E-Learning Programme*. Abingdon, Oxon, Gran Bretaña: Gower Publishing Ltd. Reproducido parcialmente en <http://site.ebrary.com/lib/universidadcomplutense/Doc?id=10046811&ppg=148>.
- MJANGOS UGARTE, F, *¿Es posible explicar la química general en biología con los ya no tan nuevos planes de estudio?* INDOQUIM 2006, Granada.