

ENSEÑANZA

Comenzamos esta sección con un trabajo de los Profesores Rosa M^a Claramunt Vallespí, de la UNED, y José Elguero Bertolini, del Centro de Química Orgánica "Manuel Lora Tamayo" del CSIC, sobre el lenguaje de la Química.

A continuación, incluimos información relativa a la situación en que se encuentra el debate universitario en torno a la metodología propia de la UNED. En los momentos actuales, en que todas las universidades estamos sumergidas en un proceso de autoevaluación de la calidad de la enseñanza que impartimos, la difusión de este debate puede contribuir a que dicho proceso implique al máximo número de personas, desde los que impartimos las licenciaturas, hasta los receptores de las mismas, pasando por todo el entramado administrativo. Mejorar la calidad de la enseñanza es una tarea de todos y esta revista ofrece sus páginas para extender el debate a todos los "rincones" de la UNED.

A continuación, en el apartado dedicado a **Taller y Laboratorio**, incluimos un trabajo sobre *seguridad en los laboratorios*, tal y como nos fue sugerido en el número anterior de la revista por el Profesor Ángel Coballes Rius. Es una colaboración desde distintas ópticas: laboratorios de enseñanza secundaria y laboratorios de investigación y docencia de nuestra universidad.

Como experimento casero se describe una sencilla experiencia que pone claramente en evidencia el efecto de la presión atmosférica. Y, por último, el ingenio en el experimento queda puesto de manifiesto a través de los trabajos de Millikan para medir el valor de la carga del electrón.

Finalmente, incluimos la reseña de libros, vídeos y programas de ordenador que nos han proporcionado diferentes profesores de la Facultad y que tanto interés ha suscitado en nuestros lectores.

PROBLEMAS METODOLÓGICOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El lenguaje de la Química

Los estudiantes de los primeros cursos de **Química** pretenden aprender "razonando" y eso no suele ser posible. Primero hay que aprender a hablar *químico*, como se aprende a hablar inglés, francés o alemán y luego profundizar en la estructura de ese lenguaje. Además dicha ciencia usa una escritura que recuerda a la de los antiguos egipcios basada en jeroglíficos, que como sabemos es el término aplicado a la escritura en la que el significado de las palabras se representa mediante Figuras o símbolos. En este artículo se intenta poner de manifiesto que una vez se conoce el *químico*, se trata de un idioma extraordinariamente cómodo y eficaz para comunicar con otros químicos, aunque difícil de entender para los que no lo son. Como ocurre con los idiomas, sólo se disfruta de ellos cuando se conocen bien.

Vamos a utilizar una metáfora para tratar de explicar nuestra concepción de como se debe enseñar y aprender química, más específicamente la **química orgánica**. Como es bien sabido, toda metáfora es falsa, tanto más cuanto más detalladamente se examina. Su función es la de transferir algo que conocemos o comprendemos bien a algo nuevo o mal entendido. La metáfora "*aprender química es como aprender un idioma*" supone que el alumno tiene una idea clara de como aprender un idioma extranjero y que puede usar ese conocimiento cuando se enfrenta al problema de aprender química.

Simplificando mucho, hay dos maneras de enseñar química. O, al menos, dos maneras extremas entre las cuales se sitúan todas las maneras prácticas (a veces, por razones no didácticas, se usan las dos a la vez con gran desconcierto del alumnado). La primera manera se puede llamar **cartesiana o deductiva**, la segunda **empírica o inductiva**.

La **manera lógica** de enseñar la química está relacionada con el sueño de Russell y Whitehead de construir una matemática sin contradicciones a partir de unos pocos axiomas. Se puede llegar a una profunda comprensión de la química orgánica siguiendo el camino: física → mecánica cuántica → termodinámica → química física → química general → **química orgánica**. Se puede continuar el camino con la secuencia: **química orgánica** → bioquímica → biología molecular → biología celular → medicina. Es probable que en un futuro se pueda recorrer así todo el camino aunque no está claro que didacticamente sea lo mejor. Hoy por hoy, no es posible. No por una limitación impuesta por el teorema de Gödel, sino por la complejidad creciente del recorrido, que obliga a simplificaciones cada vez más alejadas de la física. Para ilustrar la imposibilidad de deducir toda la química y toda la biología de unos pocos axiomas, citemos el ejemplo de los medicamentos.

Actualmente no es posible diseñar *a priori* un nuevo medicamento para tratar una enfermedad determinada, de 10.000 compuestos diseñados específicamente con fines terapéuticos, uno sólo se convierte en un fármaco. Antes de abandonar esta aproximación, dejemos constancia que no supone, por nuestra parte, ningún vitalismo camuflado: creemos que no hay nada en la química que esté fuera de la física ni nada en la biología que esté fuera de la química orgánica.

La manera empírica de enseñar la química parte del laboratorio, de los resultados anteriores ya publicados (lo que en nuestra jerga se llama "la literatura") y de los intentos por explicar los nuevos resultados que el químico obtiene. Es la manera clásica de enseñar química durante la realización de la tesis doctoral que suele dar excelentes resultados. Claro está que cuando un alumno o una alumna llega a un departamento universitario o a un instituto de investigación para empezar su tesis doctoral se supone que ya *habla químico*.

Por otro lado, cuando llega a la Facultad de Ciencias por primera vez, trae los conocimientos adquiridos en la enseñanza media que, con toda probabilidad, han sido inculcados siguiendo el modelo deductivo. Ello lleva a una actitud de incompreensión frente a la docencia que recibe en la Facultad: ¿Por qué debe memorizar ciertas cosas que no "entiende"? ¿Por qué se le enseñan cosas fragmentarias, obviamente primeras aproximaciones? ¿Por qué ciertas cosas se repiten año tras año? ¿Por qué ciertos temas se ven en diferentes asignaturas de distinta manera?. Una posible respuesta podría ser: Porqué aprender química es como aprender un idioma. Si no, para aprender francés habría primero que aprender latín, luego etimología, gramáticas comparadas, lexicografía, ... No, lo que hace un alumno es irse un verano a París, Montpellier o Burdeos y hablar con la gente al mismo tiempo que va a clase. Hay que memorizar "ciegamente" una serie de *palabras* (caracteres chinos o jeroglíficos): nomenclatura (que

no puede ser sistemática si quiere ser eficaz: ver Figura 1), nombres de las reacciones más importantes (un homenaje a los grandes químicos: ver Figura 2), datos espectroscópicos (donde aparece un grupo carbonilo en infrarrojo, un nitrilo en RMN de ^{13}C , una porfirina en UV, ...). Naturalmente esto es más fácil cuando se trata de un compuesto que uno prepara por primera vez, ya que entonces es algo nuestro y nos es fácil memorizar sus datos.

Al mismo tiempo, aunque la perfecta sincronización no es posible, las grandes reacciones recibirán un formalismo mecanístico más o menos elaborado: Primero cualitativo, tipo Hückel-Ingold-Woodward/Hoffmann-Gillespie, luego más cuantitativo, basado en cálculos teóricos. Los datos espectroscópicos se situarán dentro de sus correspondientes teorías, una vez más simplificadas para empezar, y así el alumno aprenderá nuestro lenguaje y al mismo tiempo lo entenderá. Pero es fundamental que acepte las reglas del juego, tiene que aprender cosas,

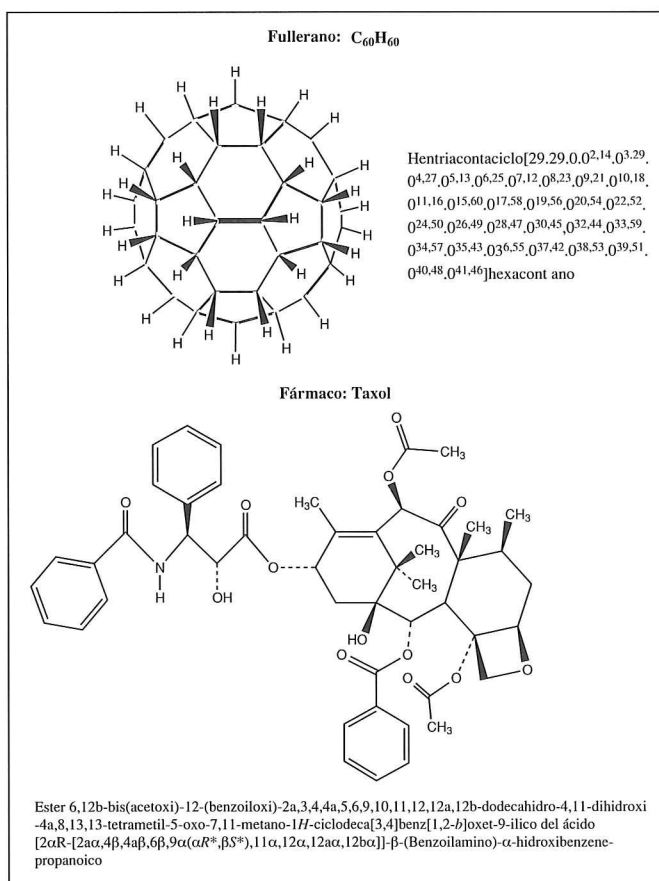


Figura 1: Casos de nomenclatura trivial y sistemática.

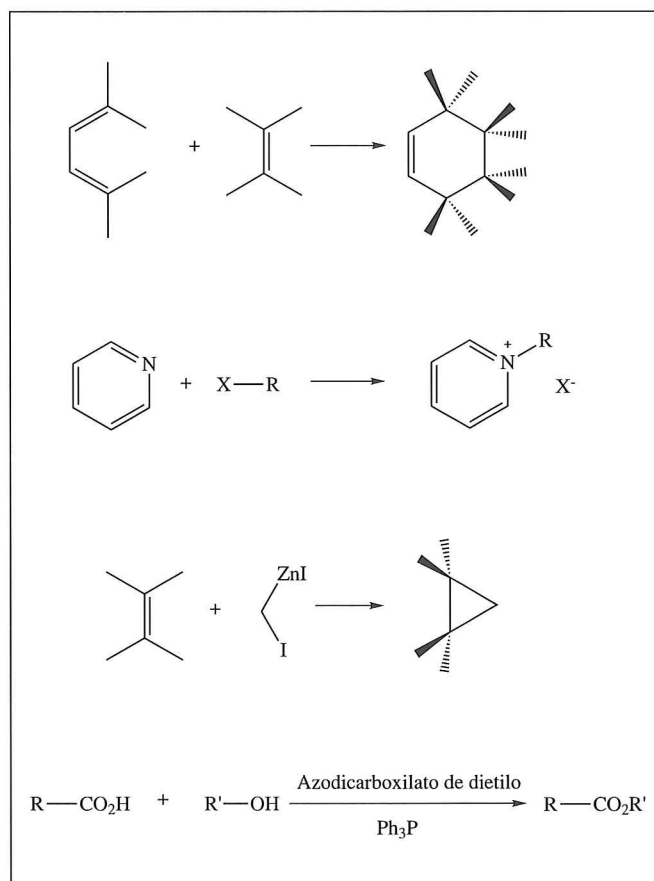


Figura 2: Nombres de reacciones químicas: Diels-Alder, Menshutkin, Simmons-Smith y Mitsunobu.

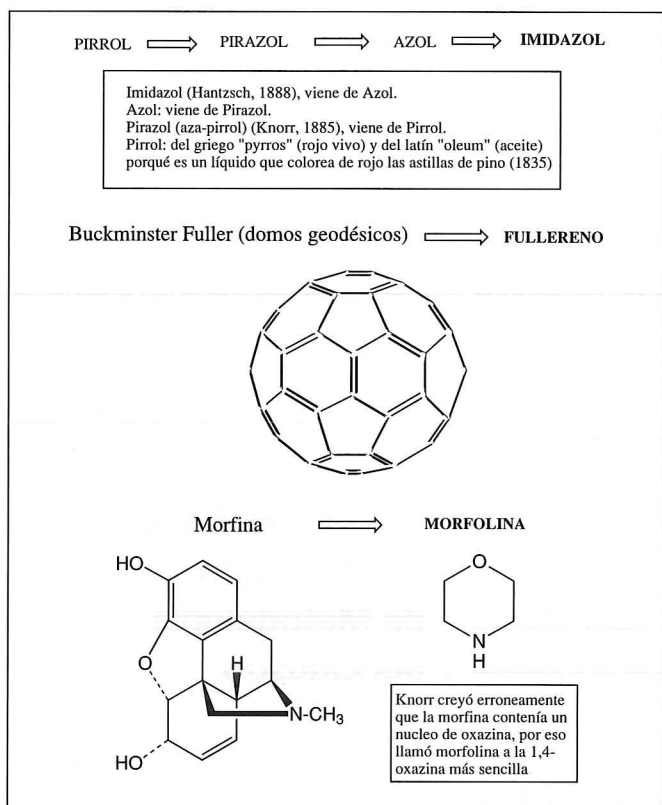


Figura 3: Origen de algunos nombres químicos.

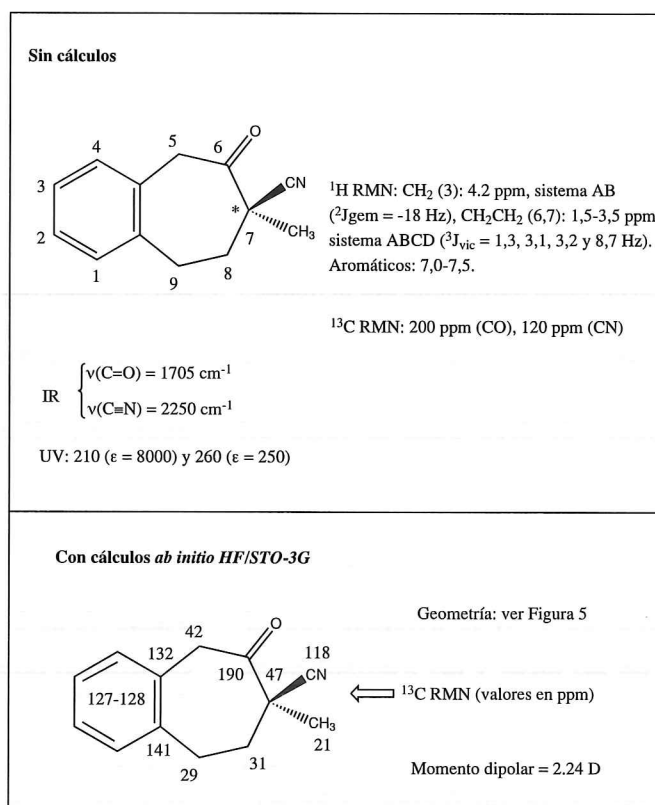


Figura 4: Datos sobre la 7-Ciano-7-metil-2-benzosuberona o 7-ciano-7-metil-5,7,8,9-tetrahidro-6H-benzociclohepten-6-ona.

muchas cosas que no tienen justificación lógica, son convenciones como "käse" ("cheese", "fromage", "queso"), "indol", "trigémino", etc. Primero se aprenden, luego se explica porque se llaman así. Todos los químicos orgánicos saben que es el imidazol, pocos cuál es el origen de dicho nombre (ver Figura 3).

Cualquier estudiante de doctorado o de los últimos años de la carrera es capaz de escribir muchas cosas a partir de la fórmula desarrollada de una molécula **imaginaria** (o real, puede que exista, pero no lo sabe). Hemos dado un ejemplo en la Figura 4, la 7-ciano-7-metil-2-benzosuberona o 7-ciano-7-metil-5,7,8,9-tetrahidro-6H-benzociclohepten-6-ona. Eso le permite al químico discutir con un lápiz y un papel con cualquier otro químico, del país que sea (ruso, japonés, indio,...). Si posee unos sencillos modelos moleculares puede tener una idea bastante exacta de la forma de la molécula, es algo tan normal que no nos damos cuenta de lo extraordinario que es. Si cogemos una de esas cajitas de modelos (átomos y enlaces), el benceno será plano (lo imponen los seis

ángulos de 120°), el anillo de siete miembros se plegará (lo imponen los ángulos de 109°),... Si un día sintetizamos esa molécula y determinamos su estructura por rayos X habrá alguna pequeña sorpresa, pero lo más extraordinario es **que se parecerá mucho al modelo molecular de polígonos (o bolas) y varillas**.

Hoy día, es posible ir mucho más

allá con la ayuda de un ordenador personal y unos cuantos programas basados en la **química teórica** (ver Figuras 4 y 5). Cálculos adicionales proporcionarían la frecuencia de las vibraciones de valencia del C=O , del $\text{C}\equiv\text{N}$, etc. así como las transiciones electrónicas (espectro UV-visible), el coeficiente de reparto y otras muchas propiedades.

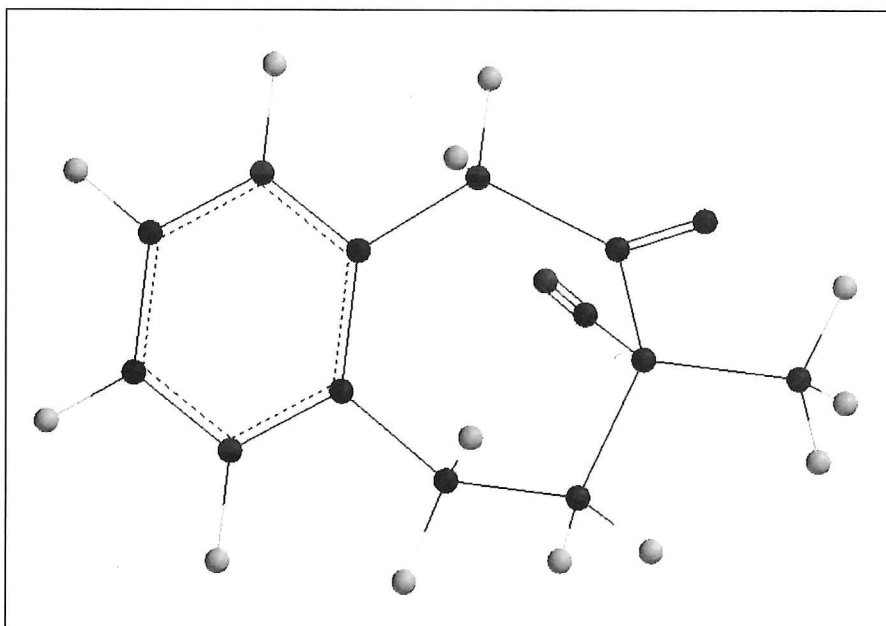


Figura 5: Geometría HF/STO-3G de la 7-ciano-7-metil-2-benzosuberona.

En conclusión, el lenguaje de la química utiliza constantemente en paralelo un discurso narrativo textual y una esquematización pictográfica mediante fórmulas. Hasta Lavoisier en 1789, la química y el lenguaje formaban una mala pareja, era común entre los filósofos manifestar cuán deplorable era la manera de expresarse de los químicos. Descartes en una carta al marqués de Newcastle en 1694 acusa a los químicos de decir palabras fuera del lenguaje común para hacer ver que saben lo que realmente ignoran. En su *"Discours Preliminaire"*, Lavoisier hace énfasis sobre la importancia de la denominación precisa y minuciosa: *"Las palabras conservan las ideas y las transmiten, no se puede perfeccionar el lenguaje sin perfeccionar la ciencia ni la ciencia sin el lenguaje y, ni por muy ciertos que fueran los hechos, ni por justas las ideas, no transmitirían más que impresiones falsas si no dispusiéramos de términos exactos para su expresión"*.

Rosa M.^a Claramunt

Depto. de Química Orgánica y Biología
(UNED)

José Elguero

Instituto de Química Médica, Centro de
Química Orgánica "Manuel Lora Tamayo"
(CSIC)

La metodología de la UNED a examen

Desde hace ya bastante tiempo, los representantes de alumnos de la UNED han venido demandado un estudio pormenorizado sobre la metodología de la enseñanza a distancia, en el que la irrupción de las nuevas tecnologías ha ocasionado un gran impacto en la enseñanza superior. Después de varios años de solicitudes en diferentes ámbitos, el Claustro de la UNED creó una Comisión de Metodología, formada por representantes de todos los estamentos de la Comunidad Universitaria y presidida por el Profesor Javier San Martín (Facultad de Filosofía). Su objetivo era preparar un

informe que fuera discutido y aprobado en un Claustro monográfico, que diera origen a las reformas necesarias pertinentes.

Así se hizo, y el 24 de noviembre de 1998 se celebró un Claustro Extraordinario donde los diferentes miembros de la Comisión presentaron al Pleno del mismo un informe estructurado en diferentes ponencias, a saber: Medios de comunicación y nuevas tecnologías, Medios impresos, Profesores-tutores y Evaluación.

A continuación, tanto los alumnos como el equipo de Gobierno presentaron sus alegaciones al informe y, después de un muy corto debate, se pasó a la aprobación por el Pleno del Informe de la Comisión de Metodología, el cual se adjunta un poco más abajo.

Nuestra opinión al respecto es que todas las reformas que se consideren necesarias deben ser ampliamente debatidas por todos los profesores en sus Departamentos y Facultades. Si no es así, lo acordado en el Claustro no será más que papel mojado y afectará poco a lo que los profesores hacen de manera habitual, como así ha sucedido en ocasiones anteriores. Esto no quiere decir que los profesores nos opongamos a los posibles cambios, muy al contrario, sino que si no se discute ampliamente la necesidad de llevarlos a cabo por aquellos que han de aplicarlos, la experiencia demuestra que o se aplican mal o, directamente, no se aplican.

Como el interés general de todo el profesorado y, en particular, del de la Facultad de Ciencias, es mejorar la calidad de la enseñanza que se imparte, en nuestra Facultad se ha creado una Comisión de Metodología. En ella participan profesores de la Facultad, tutores de los Centros Asociados y alumnos. La Profesora Soledad Esteban nos ha proporcionado un resumen de lo que, hasta el momento de editar esta revista, la Comisión ha realizado.

Con el deseo de tener informados a todos los implicados en este proceso de reforma, alumnos y profesores (tanto de la Sede Central como de los Centros Asociados), es por lo

que difundimos en estas páginas todo lo referente a este asunto. Esperamos contribuir con ello a una implicación mayor de todos los interesados. Tenemos en nuestras manos mejorar lo mejorable, adaptándonos a la nueva situación, y mantener lo que realmente merezca la pena mantener y nos diferencia del resto de las instituciones universitarias.

Carmen Carreras Béjar

Depto. de Física de los Materiales

Informe elaborado por Comisión de Metodología del Claustro

INTRODUCCIÓN:

EL ENCARGO DEL CLAUSTRO

La metodología docente específica de la enseñanza a distancia es un pilar fundamental de nuestra Universidad y su rasgo más peculiar. La evolución y desarrollo de los medios audiovisuales, informáticos y de comunicación hacen especialmente útil una reflexión permanente que refuerce nuestra constante actualización metodológica.

En el marco de esa preocupación por la metodología, los alumnos solicitaron la realización de un Claustro de Metodología y la constitución previa de una Comisión en la UNED, con el encargo de estudiar la situación de la Metodología y elevar al Claustro un informe sobre medidas a tomar referentes a las cuestiones que estime oportunas.

La actuación de la Comisión parte del principio de la legitimidad del Claustro para regular las obligaciones docentes de los profesores en lo que concierne a la enseñanza a distancia.

Un problema que ha preocupado a la Comisión, y que es preciso tener en cuenta, es que la metodología de la enseñanza a distancia, teniendo relación con el cumplimiento disciplinar de la o las normativas vigentes, no se reduce sólo a ello, debiendo atender especial-