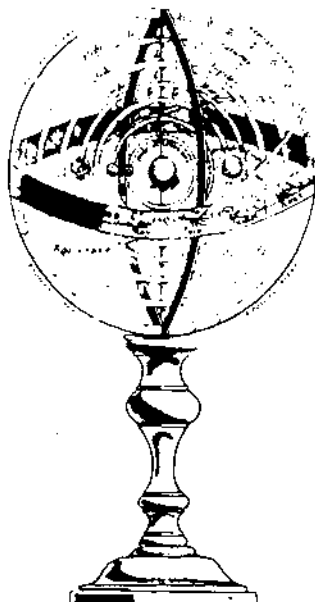


OTROS TRABAJOS



ELABORACION DE MULTIMEDIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA

por: J. CASANOVAS y A. ALBEROLA
Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid.

SUMMARY

As a consequence of several agreements between Department of the Science Section of the University of Valladolid and teachers of several french universities who where trying to produce a few documents about the teaching of Chemistry of the kind «teaching aids», a research group was born with the name of GRIDUQUIVA. We give information about all the plan to make teaching aids by the GRIDUQUIVA.

1. INTRODUCCION

EL problema de la didáctica de la Química viene preocupando en el mundo científico de una manera cada vez más continuada, desde hace unos treinta años.

En España, aunque se hayan dado casos aislados e individuales, toma conciencia de una manera colegiada y de colaboración, cuando se conocieron los proyectos que, tanto en Norteamérica como en algunos países europeos, fueron elaborados por equipos de trabajo multidisciplinares, en los que intervinieron profesores

muy experimentados, con inquietud didáctica y en su mayoría dedicados a la enseñanza superior. Como consecuencia de estos proyectos surgieron textos para el alumno, para el profesor, de experiencias y prácticas, etc., entre los que destacan, los americanos CBA (Chemical Bond Approach) y CHEM (Chemical Education Material) y los europeos CHEMIE del Prof. Chirten de Suiza y el NUFFIELD, promovido por la fundación inglesa del mismo nombre.

Una de las razones más poderosas que se pueden es-

grimir en este impulso de renovación de métodos y consiguientemente, de actualización docente del profesorado, reside en el avance que en el terreno científico experimentó el estudio de la Química entre los años treinta y cincuenta. Se hacía pues necesario el poner al día esas enseñanzas con un bagaje muy extenso de conocimientos ordenados sistemáticamente, con lógica semejante a la utilizada en el método científico clásico, por lo que adquiría carta de naturaleza otra nueva ciencia que comprendía un amplio rango de metodología docente y que se engloba en el común de las Ciencias de la Educación.

En España se han hecho algunos intentos en este campo, más de forma personal que colectiva, pero casi todos ellos se han limitado a un nivel elemental o medio de la Química. Hace unos ocho años el CENIDE intentó coordinar este nivel de la enseñanza de la Química con los cursos universitarios, pero el proyecto no llegó a cuajar. Por otra parte todos estos ensayos de investigación educativa sirvieron para muy poco, pues no se tuvieron prácticamente en cuenta a la hora de programar los cursos de BUP y COU desde la Administración, ni en contenido ni en nivel de conocimientos, ni, por supuesto, en metodología didáctica.

Así las cosas, ha nacido en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid el Grupo de investigación didáctica universitaria de la Química de Valladolid (GRIDUQUIVA), en el que estamos en el momento actual seis Catedráticos de las diversas ramas de esta Ciencia, pero que está abierto a los restantes compañeros que sientan las mismas inquietudes que nosotros. Según nuestro conocimiento, este es el primer intento de abordar un estudio científico y ordenado, aunque parcial, de la didáctica de la Química en la Universidad española. Y es parcial porque se refiere a un campo de la enseñanza y evaluación del aprendizaje, muy concreto, aportando la experiencia de los componentes del equipo de investigación, tanto en función del nivel científico alcanzado por la Química como por los métodos de todo tipo que se han aplicado de manera espontánea a la enseñanza.

Entre la clásica lección magistral y la proliferación de medios audiovisuales, por ejemplo, muchas veces aplicados en demasía, se está llegando a unos estados intermedios, de los cuales, el concreto que se pretende en esta investigación —los multimedia— puede ser un ejemplo, que no excluye otros, que nos permitan acercarnos a una economía de esfuerzos humanos, tanto por parte del profesorado como de los alumnos.

2. METODO DIDACTICO

Parece evidente, que dentro de este contexto, merece la pena realizar un esfuerzo incorporando la experiencia en esta dirección de otros países, a la vez que abordando, desde nuestra propia experiencia, si bien con los medios y métodos desarrollados por aquellos, la elab-

boración de una serie de prototipos que sin pretender en modo alguno un tratamiento comprensivo de la totalidad de los conocimientos que deben impartirse en la Química de primer ciclo, sirvan como ilustración y fermento en otras áreas vecinas dentro de nuestra disciplina.

De ahí la adopción de los métodos didácticos, denominados MULTIMEDIA (MM), de acuerdo con la nomenclatura propia de los grupos de profesores franceses englobados en el RECODIC, (Recherche Cooperative de Didactique Chimique). Se trata de *medios de enseñanza* («outil d'enseignement» o «teaching aid») relativos a un tema científico dado y que hacen uso de una combinación (o superposición) de medios didácticos adecuados. La estructura más frecuente de los MM consta de tres módulos esenciales, A,B,C:

Módulo A: Información axiomática o doctrinal. Presentada como una serie de fichas que contienen los fundamentos teóricos y experimentales del tema, en forma esquemática pero capaz de orientar al alumno en su contenido. Va acompañada de la adecuada información bibliográfica.

Módulo B: Ejercicios de reflexión basados en los conceptos introducidos en el módulo A. A cada ejercicio se acompaña la respuesta correcta, para que el alumno pueda compararla con el fruto de su propia reflexión.

Módulo C: Ejercicios de autoevaluación, paralelos a los del módulo B. Se pretende con ello educar al alumno en su propia evaluación del grado de aprendizaje adquirido. Para su utilización práctica irán acompañados en el documento definitivo de las respuestas correctas, elaboradas con criterios semejantes a los establecidos en el módulo B.

Existen además dos módulos opcionales, módulo D, incluyendo alternativamente aspectos como ubicación del tema dentro de la Historia de la Ciencia, o bien sus aplicaciones o implicaciones sociales, culturales, etc.; reservándose el módulo E para tablas de datos numéricos, adecuados al tema. Sin embargo, en el caso de temas específicos, pueden requerirse organizaciones más sencillas o más complejas que la estructura anterior, debiendo especificarse estas nuevas organizaciones caso por caso.

De acuerdo con el carácter inicial de este primer año del proyecto, ha sido preciso dedicar un máximo esfuerzo a la selección de los temas que han de constituir los prototipos preferentes, y sobre todo a fijar los contenidos de los mismos. Para ello se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Carácter riguroso de los contenidos**, a salvo de cualquier crítica fundamentada, si bien sin detrimento de la comprensión por parte del alumno medio.
- Carácter actual**, siempre de acuerdo con el nivel me-

dio de los estudiantes, su grado de formación, duración razonable del módulo, etc.

c) Selección de los contenidos, de modo que sean operativos para la consecución de los objetivos definidos (al final del módulo X, el estudiante debe ser capaz de...)

d) Organización de los contenidos, debe realizarse con posterioridad a su selección haciéndoles presentables como un organigrama, de donde resulte la utilización de los distintos tipos de documentos y medios auxiliares que han de constituir el MM.

e) Carácter concreto, que debe preservarse a toda costa, sin abuso de formalismo ni de excesiva (o precoz) teorización.

f) Duración, compatible en todo caso con los tiempos disponibles, fijados de antemano.

3. TEMAS A DESARROLLAR

Se han seleccionado en principio, un total de 32 temas, teniendo en cuenta, en primer lugar, el interés didáctico que presentan y las posibles dificultades de comprensión por los alumnos; y en segundo lugar, el hecho de que determinados temas hayan sido elaborados o estén en vías de elaboración por los grupos franceses, utilizando las mismas técnicas y con idénticos objetivos.

De todos ellos, se han elegido los siete siguientes temas, como especialmente significativos en las distintas áreas que tradicionalmente se distinguen en la Química.

1. Primer Principio de la Termodinámica
2. Reacciones de adición nucleófila
3. De los aminoácidos a las proteínas
4. Defectos en las redes cristalinas
5. Espectros moleculares
6. Viscosidad de fluidos
7. Introducción a la Química de la Coordinación.

A continuación, y a título de ejemplo, se expone el esquema de multimedia «Reacciones de adición nucleófila», elegido como uno de los prioritarios por la importancia de este tipo de transformaciones como base de un amplio conjunto de métodos de construcción de esqueletos carbonados, de aplicación muy frecuente en síntesis orgánica.

REACCIONES DE ADICION NUCLEOFILA

El multimedia está concebido para su utilización por los alumnos de Primer Ciclo que se inician en el estudio de la Química Orgánica.

Los contenidos del mismo surgen como respuesta a las cuestiones fundamentales siguientes:

- ¿En qué consiste la adición nucleófila?
- ¿Qué funciones y, por consiguiente, qué tipos de

compuestos pueden experimentarla, y por qué causas?

- ¿Cuáles son los reactivos nucleófilos de utilización más frecuente y de mayor interés en el contexto general de la química preparativa?
- Qué implicaciones estereoquímicas posee la adición nucleófila y cuáles son sus causas y sus posibilidades?
- ¿Qué procesos de adición nucleófila poseen características e implicaciones propias, distintas de las generales, y a qué razones obedecen?
- ¿Cuál es la significación de síntesis de la adición nucleófila y cuáles sus aplicaciones analíticas más destacadas?

La metodología expositiva de los contenidos así establecidos y la técnica de exposición, han exigido asimismo la definición previa y precisa de los *objetivos específicos* del tema, susceptibles en todo caso de evaluación directa. Dichos objetivos son los siguientes:

1. Reconocer un reactivo nucleófilo y distinguir entre agentes nucleófilos fuertes y débiles.
2. Distribuir la densidad de carga eléctrica en enlaces múltiples carbono-heteroátomo aislados.
3. Distribuir la densidad de carga eléctrica en enlaces múltiples acumulados (cetenos, isocianatos y carbodiimidas).
4. Distribuir la carga eléctrica en enlaces múltiples carbono-heteroátomo conjugados con dobles enlaces olefínicos.
5. Distinguir la electrofilia relativa del átomo de carbono en distintos tipos de sustratos.
6. Seguir el incremento de polarización (polarizabilidad) del enlace pi de los sustratos al aproximarse a él un reactivo nucleófilo o electrófilo.
7. Reconocer y formular una adición nucleófila con catálisis ácida.
8. Reconocer y formular una adición nucleófila con catálisis básica.
9. Reconocer y formular una adición nucleófila de compuestos organometálicos, autocatalizada.
10. Reconocer y formular una adición nucleófila a un sustrato carbonílico con fuerte impedimento estereo.
11. Establecer por qué algunos sustratos carbonílicos, en los que dicho grupo se encuentra unido a un heteroátomo (ésteres, amidas, etc.), no experimentan la adición nucleófila según los esquemas generales precedentes.
12. Reconocer y formular una adición nucleófila, seguida de eliminación.
13. Reconocer y formular una adición nucleófila a un sistema conjugado.
14. Establecer y justificar las condiciones de reacción en los distintos posibles casos (medio, acidez, etc.).
15. Establecer qué sustratos pueden originar carbonos quirales por adición nucleófila.
16. Establecer y justificar si la adición nucleófila es o

- no estereoselectiva en sí misma.
17. Establecer qué influencia puede ejercer un átomo de carbono quiral, contiguo al grupo carbonilo, en la estereoquímica de la adición nucleófila (regla de Cram).
 18. Evaluar los efectos que influyen en el grado de estereoselectividad de la inducción asimétrica.
 19. Establecer algunas aplicaciones de la adición nucleófila a la caracterización de compuestos carbonílicos, nitrilos, etc.
 20. Establecer algunas de las aplicaciones de la adición nucleófila a la separación de compuestos carbonílicos en mezclas.
 21. Proteger un grupo carbonilo para llevar a cabo reacciones sobre otra función sin afectar a aquel.
 22. Eliminar un grupo carbonilo de una molécula, a través de procesos de adición nucleófila.
 23. Transformar grupos carbonilo y nitrilo en otras funciones.
 24. Crear nuevos enlaces carbono-carbono a través de adiciones nucleófilas 1,2.
 25. Construir nuevos enlaces carbono-carbono mediante reacciones de adición nucleófila conjugada.

El conjunto de los conocimientos teóricos necesarios para la consecución de los objetivos propuestos es comparable a los contenidos fundamentales de los capítulos dedicados al tema en las obras didácticas más prestigiosas. Por el contrario, la casuística no es —ni pretende ser— exhaustiva: el objetivo general del multimedia es suministrar al estudiante el mínimo número de ejemplos, variantes, etc., que aseguren su buena formación en el tema y le permitan conocer y aplicar todas las posibilidades y limitaciones de la adición nucleófila.

La extensión del tema ha aconsejado dividirlo en *unidades didácticas* diferenciadas y tratar con independencia cada una de ellas, también en forma de multimedia. La primera, titulada «Conceptos previos», po-

dria suprimirse en un estudio sistemático de las reacciones orgánicas por cuanto el alumno los habría manejado con anterioridad.

1. Conceptos previos.
 - 1.1. Reactivos nucleófilos (objetivo 1).
 - 1.2. Distribución de la densidad de carga eléctrica en enlaces múltiples carbono-heteroátomo (objetivos 2 al 6).
2. Tipos de reacciones de adición nucleófila (objetivos 7 al 14).
3. Estereoquímica de la adición nucleófila (objetivos 15 al 18).
4. Algunas aplicaciones no sintéticas de la adición nucleófila (objetivos 19 y 20).
5. Reacciones de adición nucleófila de interés sintético que no comportan modificaciones en el armazón hidrocarbonado del sustrato (objetivos 21 al 23).
6. Creación de enlaces carbono-carbono a través de reacciones de adición nucleófila 1,2 (objetivo 24).
7. Creación de enlaces carbono-carbono a través de reacciones de adición nucleófila conjugada (objetivo 25).

En cada una de estas unidades, el módulo A contiene todos los conceptos fundamentales que el alumno debe conocer, el B se refiere a cuestiones de reflexión, con sus respuestas razonadas, el C a ejercicios de evaluación, asimismo en forma de cuestiones y de las que se justifican las soluciones correctas, y, por último, en su caso, en un módulo E se recogen las tablas numéricas adecuadas al conocimiento de la materia objeto de estudio.

El material escrito va acompañado de diapositivas que constituyen la fuente principal de información. Se han confeccionado a tres o cuatro colores para resaltar los distintos aspectos fundamentales de la proyección respectiva.