

# Más allá de la frontera molecular: Un reto para la educación en la Química española en el siglo XXI

Miguel Á. Sierra

En 2003 el comité del *National Research Council* de las *National Academies* de los Estados Unidos, nombrado *ad hoc* para estudiar los desafíos del siglo XXI para las Ciencias Químicas, publicó su informe *Beyond the Molecular Frontier* subtítulo *Challenges for Chemistry and Chemical Engineering*<sup>1</sup>. Este informe, conocido como “Informe Breslow”, continúa con la tradición de informes previos (*Chemistry: Opportunities and Needs*, denominado como el “Informe Westheimer”, publicado en 1965; *Opportunities in Chemistry* o “Informe Pimentel”, publicado en 1985; y el “Informe Amundson” *Frontiers in Chemical Engineering: Research Needs and Opportunities*, publicado en 1988) y define los problemas fundamentales que debería abordar la Química en los próximos 40 años. El documento hace un especial hincapié en la necesidad de considerar la Química y la Ingeniería Química como un todo y, a su vez, avanzar para superar la “frontera molecular”. Este informe difiere sustancialmente de los objetivos del tan traído y llevado H2020 y, especialmente, en la estrategia para alcanzar dichos objetivos. Discutir sobre las discrepancias y semejanzas entre ambos programas requeriría unas cuan-

tas decenas de páginas, además de entrar en temas filosóficos y políticos, cosa que no deseo hacer.

Mi intención es tratar algo más fundamental: ¿Qué tiene que cambiar en la educación universitaria en Química para que España pueda saltar “la frontera molecular”? La respuesta a esta cuestión debe buscarse intentando contestar a otras dos preguntas. ¿Tiene sentido en el siglo XXI estructurar la Química en las subdisciplinas clásicas, reflejo de los correspondientes departamentos universitarios? o, por el contrario, ¿no estará esta división obsoleta en el siglo XXI impidiendo una educación y, por ende, una investigación verdaderamente multidisciplinar? Por supuesto, con multidisciplinar no quiero decir “adquirir competencias transversales” ni otros mantras à la page y políticamente correctos. Todos sabemos lo que significa multidisciplinar y no es necesario abundar en ello.

La base de una formación universitaria verdaderamente multidisciplinar en Química no hay que buscarla como se hace ahora en la formación exhaustiva en subdisciplinas. Por el contrario, hay que dotar a nuestros estudiantes de una base intelectual que les permita abordar la amplitud de la Química moderna (de nuevo esto no significa “adquirir competencias”, en el sentido en el que esta frase se usa en las memorias de acreditación de los grados que evalúa la ANECA con tanto afán y tan dudoso criterio). Para ello se requiere una base sólida en las disciplinas tradicionales (Química Física, Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Analítica y Bioquímica), dejando aparte asignaturas como la “Química General”. Los fundamentos de la Química se adquieren mejor con libros especializados que con potpurris de ideas que continúan la tradición docente de la primera mitad del siglo XX.

Por supuesto, una sólida formación experimental es fundamental en una Ciencia que es eminentemente experimental. Esta formación, que debe estar al nivel de las asignaturas teóricas, no puede hacerse usando prácticas

<sup>1</sup> <https://www.nap.edu/catalog/10633/beyond-the-molecular-frontier-challenges-for-chemistry-and-chemical-engineering>



M. Á. Sierra

Dpto. de Química Orgánica I y Centro de Investigación en Química Avanzada ORFEO-CINQA  
Facultad de Química  
Universidad Complutense  
C-e: [sierraor@ucm.es](mailto:sierraor@ucm.es)

Recibido: 23/02/2017. Aceptado: 06/03/2017.

del siglo XIX. Nada más aterrador para un alumno que empieza sus estudios de química como enfrentarse a un puchero hirviendo, en el que un líquido se transforma en otro líquido, o a medir coeficientes varios usando técnicas que ya eran viejas cuando Liebig era estudiante. La Química del siglo XXI utiliza multitud de equipos que deben usarse para la enseñanza práctica de la Química desde el principio. ¿Qué diríamos si para conducir un coche debiéramos primero aprender a llevar un carro de bueyes? Las operaciones básicas de laboratorio requieren de técnicas del siglo XXI no del siglo XIX.

Estos fundamentos de Química deben ir más allá de la casuística y, por supuesto, deben abordar conceptos moleculares. Sin embargo, a estas alturas, estudiar fundamentos en Química únicamente a nivel molecular es claramente insuficiente. Los niveles macromoleculares, supramoleculares, la nanoescala, etc son tan fundamentales en Química como la reactividad de un grupo carbonilo, o la coordinación octaédrica de un metal.

Una vez puestas las bases, los conocimientos deben ampliarse de una forma proporcionada y racional. Esto se hace ahora de forma machacona y reiterativa. No es de extrañar que un estudiante se pregunte para qué tiene que aprenderse veintisiete reacciones de compuestos carbonílicos, o que se asombre de que le hayan explicado el efecto túnel cuatro veces en otros tantos cursos. La palabra que mejor define al sistema docente actual en Química es “desintegración”. En lugar de integrar conceptos nos dedicamos a desintegrar conocimientos. No se trata tanto de enseñar hechos como de enseñar a pensar y a predecir, en otras palabras, a tener criterio. Lo de menos a veces es qué se enseña, lo fundamental es qué se consigue con esa enseñanza. Vistos los resultados de nuestros grados (los reales, no los que se maquillan para pasar las acreditaciones), no creo que el sistema actual sea demasiado integrador, ni que nuestros estudiantes adquieran precisamente una formación multidisciplinar.

Un último aspecto que hay que considerar es la habilidad de nuestros estudiantes para trabajar con los medios de información que están a su disposición. La búsqueda de información científica, su interpretación y los métodos computacionales (esto debería considerarse como fundamental) para predecir estructuras y propiedades, son, en el siglo XXI, tan necesarios como lo es el que nuestros alumnos adquieran la capacidad de transferir sus opiniones y conocimientos. Obtener un puesto de trabajo requiere no solo saber si no saber comunicar. En esto la cultura anglosajona tiene una gran ventaja sobre la nuestra. Desgraciadamente, salvo excepciones, nuestros alumnos siguen siendo sordomudos en clase o papagayos cuando exponen un trabajo.

Estas opiniones son breves pinceladas sobre cómo saltar la Frontera Molecular en la educación, un tema mucho más complejo, pero que están en una buena parte de acuerdo con los criterios que, según la *American Chemical Society* debe cumplir una Facultad para poner el sello de calidad ACS en un Grado<sup>2</sup>. Los criterios de la ACS derivan directamente de las ideas contenidas en el documento listado en la referencia 1. Ni que decir tiene que en Estados Unidos no todos los Grados tienen el sello ACS.

Por supuesto, los criterios de la ACS y los míos propios esbozados en este artículo son argumentables y es probable que haya otros mejores. Sin embargo, está claro que, independientemente de que éstas opiniones puedan atribuirse como se me dijo hace tiempo “a mi estúpida formación americana”, es un hecho que el sistema de enseñanza de la Química en España está muy compartimentalizado. Además, no forma graduados capaces de enfrentarse como profesionales a una formación superior ni al mundo laboral. Por último, una parte importante de nuestro tiempo, que podría dedicarse a mejorar nuestra docencia, se va en actividades “bolonizantes” con la idea de dar a nuestros Grados un toque de modernidad. No es solo que no estemos en educación más allá de la “frontera molecular”, es que ni siquiera la divisamos.

<sup>2</sup> <https://www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/training.html>