

- 24 J. Elguero  
Fundación Jovellanos, II Jornadas "Reflexiones sobre España: España en Europa",  
Perspectivas científicas y tecnológicas, 25 de noviembre de 1999: Círculo de Bellas Artes,  
Madrid. Publicado por la Fundación en el 2000.

II JORNADAS  
"REFLEXIONES SOBRE ESPAÑA: ESPAÑA EN EUROPA"  
2ª Jornada: 25 de noviembre de 1999: Círculo de Bellas Artes  
Perspectivas científicas y tecnológicas

---

Es mi experiencia que en un foro general como este hay que tratar un pequeño número de problemas si uno desea ser entendido. Yo me voy a limitar a tres:

**Tema 1: No hay ciencia inocente. No hay química sin problemas.**

**Tema 2: El problema de lo cuantitativo. Ni 0/100, ni 50/50. La tiranía del 50/50.**

**Tema 3: La ciencia química en España. La debilidad de la industria. La industria química española y Europa.**

---

---

**Tema 1: No hay ciencia inocente. No hay química sin problemas.**

El objetivo de la física y de la biología es describir y comprender el Universo existente. El objetivo de la química no es comprender al mundo, es transformarlo. Es crear objetos nuevos con propiedades predeterminadas. El introducir una molécula nueva en la biosfera tiene consecuencias positivas y negativas. Se ha acabado la edad de la inocencia: no se puede crear un compuesto nuevo que tenga sólo aspectos positivos. La sociedad, no el químico, tiene que decidir si el balance es positivo e introducir la nueva molécula en el mercado o no. Puede ser que los países ricos digan que no y los países pobres digan que sí. En todo caso, ni sabemos diseñar bien ni las moléculas que hemos creado son satisfactorias. Diseñar, en este contexto, significa predecir las propiedades, bien físicas, bien químicas o biológicas, de una molécula nueva antes de sintetizarla.

Deben saber que el número de moléculas posibles es infinito. Pero si se quiere evitar esta noción abstracta de infinito, les voy a dar un ejemplo de cuan grande es el número de moléculas posibles. Imaginense que un ser superior, exterior a nuestro universo cerrado, les dice "La molécula de la inmortalidad es un hidrocarburo (compuesto que sólo tiene carbono e hidrógeno) de fórmula  $C_{167}H_{336}$ . Prepárenla y serán inmortales. Sólo un isómero es activo, todos los demás son inactivos".

No se trata de una molécula inaccesible, los químicos han preparado y preparan moléculas mucho mayores y mucho más complicadas, por ejemplo los hidrocarburos  $C_{384}H_{770}$  (lineal) y  $C_{288}H_{576}$  (anillo) han sido sintetizados. ¿Entonces? Es bien sencillo, el hidrocarburo  $C_{167}H_{336}$  tiene más de  $10^{80}$  isómeros, y en nuestro universo sólo hay  $10^{80}$  partículas elementales. No hay bastante materia en el universo para sintetizar todos los isómeros, ni siquiera la mitad para tener un 50% de probabilidades de encontrar el compuesto deseado. Sin hablar del tiempo, aunque sintetizáramos una molécula por millonésima de segundo, necesitaríamos  $10^{64}$  siglos para sintetizarlas todas, es poco probable que nos diese tiempo a nosotros o a nuestros descendientes a

preparar aquella que confiere la inmortalidad antes que reinase el desorden perfecto, el caos. Este cuentecillo, tiene dos moralejas: necesitamos poder seleccionar a priori la molécula (en este caso el isómero) interesante, si no nos ahogaremos en el mar de las posibilidades, lo que se ha dado en llamar la explosión combinatoria; en segundo lugar, no nos va a faltar trabajo a los químicos ni se nos va a agotar la disciplina.

Esa noción de que lo conocido, incluido lo que se pueda un día conocer, es infinitamente pequeño respecto a todo lo posible, se siente en química como en ninguna otra disciplina. Eso no hace de los químicos personas particularmente trágicas. Los químicos son seres bastante pragmáticos que disfrutan con su trabajo y agradecen la oportunidad de contribuir modestamente al conocimiento.

Lo bueno y lo malo están idisolublemente ligados. No hay nada 100 por 100 bueno y 0 por cien malo, pero eso no implica que todo sea mitad bueno, mitad malo, y de eso trataré en el punto 2.

## **Tema 2: El problema de lo cuantitativo. Ni 0/100, ni 50/50. La tiranía del 50/50.**

Lo que define a la ciencia es lo cuantitativo. Incluso cuando los datos son malos, el fenómeno sigue siendo cuantitativo si es significativo, como lo muestran los estudios clínicos aunque haya que trabajar con grandes colecciones de experimentos. Lo cuantitativo es trabajoso de adquirir y comprender. La tendencia del mundo que nos rodea (público general, políticos, periodistas, ...) es reducir la información cuantitativa que les llega a unas conclusiones cualitativas.

Error de primera especie. 0/100

Error de segunda especie. 50/50

Lo falso es también cuantificable (como los infinitos de Cantor): es más falso pretender que se ha construido un móvil perpetuo de segunda especie que no el afirmar que en nuestro jardín viven unos elfos. Lo primero contradice el segundo principio de la termodinámica, lo segundo sólo es inconsistente con la paleontología (Dawkins).

Una fibra muy resistente será difícil de biodegradar.

Ahora las moléculas se diseñan por sus aspectos positivos, más tarde se diseñarán por su relación [positivo]/[negativo], tratando de maximizarla.

A veces se puede aceptar un "ratio" pequeño. Por ejemplo, en tratamiento de una enfermedad como el Parkinson o la epilepsia, para la que no existe tratamiento alternativo.

Nadie construye edificios para resistir a un terremoto de fuerza 9 en el epicentro de su ciudad.

Y en materiales? Dar un ejemplo de compromiso. Es fácil entre seguridad y medio ambiente. Los neumáticos.

La tentación del científico es no contradecir a las personas que profesan creencias anticientíficas: la astrología. Por pereza, por no parecer pedantes.

## **Tema 3: La ciencia química en España. La debilidad de la industria. La industria química española en Europa.**

Yo tengo un amigo alemán que es Profesor en la Universidad Libre de Berlín. Un día, charlando, le manifestaba yo mi preocupación por la debilidad del sector químico español y sus

previsibles consecuencias sobre nuestra investigación académica. Me miró sorprendido y me dijo "¿Y para que queréis hacer química en España? Bastante hacemos en Alemania". Cuando le dije que teníamos excelentes estudiantes cuyo futuro se vería comprometido si nuestro entorno industrial declinaba, me contestó "¿No crees en Europa? Que vengan a trabajar a Alemania" añadiendo "¿Acaso todas las regiones de España tienen la misma actividad? Pues igual en Europa".

Hay que defender con criterios no puramente económicos la existencia de un sector industrial que haga investigación. Sin llegar a poner al sector público al servicio del privado hay que transferir generosamente información conseguida con fondos públicos a las empresas con la única condición que mantengan su línea de investigación. Algunas empresas intentan contratar toda la investigación fuera y así no asumen ningún riesgo. No se trata de eso. Se trata de potenciar a aquellas que dedican un porcentaje de sus recursos a investigar. Otra fórmula aceptable es fundar centros mixtos empresas-OPIS con capital y riesgos compartidos.

Se cuenta que en la cruzada contra los albigenses, le preguntaron sus soldados a Simón de Montfort, capitán de los ejércitos cristianos, que como iban a distinguir, entre los habitantes de Beziers, cuales eran cristianos y cuales cátaros. Simón de Montfort contestó "Matadlos a todos, Dios reconocerá a los suyos".

Al nivel de financiación que está la ciencia española, a la pregunta ¿que científicos deben ser financiados?, la respuesta podría ser "Financiadlos a todos, la ciencia reconocerá a los suyos". Debido a la presión de la falta de recursos, especialmente becas, un grupo de científicos, que incluye a muchos de los mejores, pide que lo poco que hay se les dé en su casi totalidad a ellos. Esa posición conservadora es perfectamente asumible por la administración.

A mi me parece que el estado español debe duplicar su esfuerzo en investigación, entendiéndose que dicho aumento no se debe repartir por igual. Creo incluso que es urgente la creación de centros que compitan en prestigio con el Politécnico de Zürich, con la Escuela Normal de Paris, con la Universidad de Cambridge, por no citar sonrojándose, al Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Insisto, es urgente.

Los temas realmente importantes en investigación requieren medios y sobre todo personas concentradas en unos pocos sitios. En mi disciplina, la química, dos o a lo sumo tres serian compatibles con nuestra riqueza nacional y con nuestro nivel cultural. Un gran centro de materiales moleculares, donde se reúnan físicos de la materia condensada y químicos. Otro de bioquímica molecular o biología química o como quiera que queramos llamarla, donde biólogos moleculares y químicos supramoleculares trabajen juntos. Algún otro más (materiales poliméricos, modelado cuántico,...). Pero poco más, con otra temática posiblemente, pero no más de dos o tres si se quiere dotarlos con los recursos que los hagan competitivos.