

¿Hacia dónde nos lleva la Bioquímica?

Álvaro Martínez del Pozo

Catedrático, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular I, Facultad de Química,
Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España; Tel: 91 394 4259; e-mail:

alvaro@bbm1.ucm.es; Página web del grupo de investigación:

https://www.bbm1.ucm.es/public_html/res/prot/toxm.html; Video de presentación del grupo:

<http://www.youtube.com/watch?v=sEYYdJZeL70>.

Recibido 5 de febrero 2013; Aceptado 1 de marzo 2013

Resumen: Poder preguntarnos el porqué de las cosas es lo que nos hace humanos. Ahí radica el origen de la actividad que conocemos como Ciencia. La Bioquímica es la disciplina científica que trata de explicar la Química de la Vida. Después de haber pasado por etapas fuertemente influidas por la Química y la Física, la Bioquímica sufre ahora la influencia, y ayuda, de la Informática. Nuestros conocimientos actuales auguran un gran desarrollo de disciplinas como la medicina personalizada, la biología de sistemas, la biotecnología, la bioingeniería, la biología forense y la biología sintética. En estos momentos de crisis, la inversión en Ciencia debería ser una apuesta segura para el futuro.

Palabras clave: Bioquímica, Biología Molecular, Biotecnología, Bioingeniería.

Where is Biochemistry leading us?

Summary: Asking us why things occurred is the essence of being humans. It is also within the roots of the activities we acknowledge as Science. Biochemistry is the scientific discipline looking for explaining the Chemistry of Life. After having spent different stages strongly influenced by Chemistry and Physics, Biochemistry is now being affected, and helped, by Informatics. Our present knowledge predicts the development of new disciplines such as personalized medicine, systems biology, biotechnology, bioengineering, forensic biology and synthetic biology. The crisis we are living should induce to investingate in Science as a safe bet for the future.

Key words: Biochemistry, Molecular Biology, Biotechnology, Bioengineering.

¿Por qué...? Sí, ¿por qué...? Cualquiera que haya tratado con un niño pequeño sabe de sobra que ésta es una pregunta recurrente. Es, de hecho, la pregunta que nos acompaña toda la vida: ¿por qué...? Es además la pregunta que nos hace realmente humanos. Ningún otro animal puede hacérsela. Aunque no deje de ser una opinión controvertida [1-4], incluso sentimientos que creemos tan nobles, tan genuinamente nuestros, como la solidaridad o el altruismo, también aparecen en otros animales y pueden explicarse en términos evolutivos.

¿Por qué estamos aquí entonces? ¿A dónde vamos...? ¿De dónde venimos...? ¿Cuál es nuestra función en la vida? Este es el tipo de preguntas cuyas respuestas deberían buscar los miembros de una Sociedad cuyas necesidades vitales ya estén razonablemente satisfechas. Una Sociedad como solía ser la española antes del azote al que nos somete ahora "la crisis". Una crisis que amenaza con llevarse por delante no sólo nuestras economías, sino también nuestros valores.

Pero no nos desviemos. Según entiendo yo, hay tres aproximaciones generales para contestar a las preguntas planteadas. Para, no se olvide, contestar a las preguntas que nos hacen realmente humanos. La primera sería abordar esta cuestión desde la Religión. La segunda resultaría de recurrir a la Filosofía. Y, finalmente, la tercera consistiría en utilizar la Ciencia.

En cuanto a la Religión, yo soy de lo que piensan como el ilustre científico darwinista, y ateo por más señas, Stephen Jay Gould: Ciencia y Religión no solapan; si acaso, se complementan. Son "magisterios no solapantes", decía él [5]. Sin embargo, no parece ser este el foro adecuado para desarrollar un discurso en términos teológicos. Ni este autor tiene la suficiente preparación, por otra parte.

La segunda aproximación sería entonces la filosófica. ¿Y qué es exactamente la Filosofía? Si se acude al diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: "Filosofía es el conjunto de saberes que busca establecer, de manera racional, los principios más generales que organizan y orientan el conocimiento de la realidad, así como el sentido del obrar humano". Es decir, efectivamente, ¿por qué y para qué estamos aquí? Pero tampoco es éste un foro filosófico, ni tampoco quien esto escribe tiene la formación suficiente.

Vayamos pues, a la que queda, a la Ciencia. ¿Por qué existe la Ciencia? (volvemos a los porqués). ¿Por qué alguien se dedica a hacer Ciencia y se convierte en un científico? Pues yo creo que la CURIOSIDAD es uno de los principales motivos. Precisamente la curiosidad de poder contestar a los porqués. Y el esfuerzo por comprender los PORQUÉS de los fenómenos naturales fue lo que engendró las Ciencias Naturales que, originalmente, tampoco se distinguían mucho de la Filosofía. Y si no, recuérdese a Aristóteles, el primer biólogo moderno. El famoso Método Científico, sin ir más lejos, sigue siendo esencialmente el aristotélico [6].

Centrémonos entonces ahora en las llamadas Ciencias Naturales: las Matemáticas, la Física, la Química y la Biología. Todas estas disciplinas empezaron como una sola, a la que se denominaba como Filosofía e Historia Natural. Para hacer esta afirmación no hace falta

remontarse mucho en el tiempo. En septiembre de 1845, no hace tanto, se aprobó en España el Plan Pidal, denominado así por estar dictado bajo la firma de Pedro José Pidal, a la sazón Ministro de Gobernación. Según este plan se establecía en Madrid la existencia de una Facultad de Filosofía, que comprendía dos secciones, una de Letras y otra de Ciencias [7]. Poco a poco, y principalmente debido a la gran especialización que requiere ahora el trabajo científico, estas disciplinas se fueron separando. Pero siguen buscando lo mismo: las respuestas a los porqués. ¿O no es filosofía pura el descubrimiento del bosón de Higgs? La Ciencia es cada vez más multidisciplinar, y esto incluye a la Filosofía.

Y ya dentro de este contexto, preguntémonos entonces ¿qué es la Bioquímica? Si se vuelve al diccionario leeremos que se trata de “el estudio químico de la estructura y de las funciones de los seres vivos”. Es decir, la Química de la Vida. De hecho, se considera que la Bioquímica, la Química Biológica se decía entonces, nació con la síntesis de la urea por parte de Friedrich Wöhler en 1828. Por primera vez se obtenía un compuesto orgánico a partir de componentes inorgánicos, borrando de esta manera la frontera entre lo vivo y lo no vivo, lo orgánico y lo inorgánico, y se desterraban las teorías vitalistas [8].

Según estas teorías, los seres vivos estaríamos animados por una fuerza vital que nos haría esencialmente distintos del material inanimado. Wöhler, sin embargo, demostró que los seres vivos somos esencialmente lo que somos: complejas mezclas de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y pequeñas cantidades de otros elementos químicos. Eso sí, muy bien organizados, bien compartimentados y dotados de una comunicación excelente. Un ser vivo representa una pérdida brutal de entropía, en definitiva.

La síntesis de la urea fue el punto de partida para el comienzo de un periodo que se extendió aproximadamente durante la segunda mitad del siglo XIX y el primer cuarto del siglo XX, en el que precisamente bajo la fuerte influencia de la Química, se produjo lo que se ha dado en denominar como la molecularización de la Biología [9]. Es decir, los químicos invadieron el terreno de los biólogos y se lanzaron al estudio de los seres vivos en términos moleculares y de reacciones químicas. Habían nacido los biólogos de bata, por contraposición a los de bota (*). Una división ciertamente ya obsoleta, pero que todavía algunos tratan de mantener en la actualidad; algo que, por cierto, considero pernicioso para el futuro de los estudiantes de Biología.

De este periodo quiero destacar a dos Químicos ilustres. El primero, seguro que conocido por todos, es Louis Pasteur [10]. Pasteur hizo dos descubrimientos durante la segunda mitad del siglo XIX que se revelarían esenciales para explicar la molecularización de la Biología. En primer lugar, demostró y explicó la existencia de enantiómeros [10]; las moléculas que, siendo químicamente idénticas, muestran estructuras espaciales que son imágenes especulares. Como las manos. La mano derecha es esencialmente igual a la izquierda pero ambas no son superponibles. Una es como si fuese el reflejo de la otra. ¿Y por qué es esto importante al hablar de Bioquímica? Pues porque la química de los seres vivos funciona sólo con una de ellas.

Según la naturaleza de las moléculas implicadas, se utilizarán las de izquierdas, y sólo las de izquierdas. O las de derechas, y sólo las de derechas. Y creo que ésta es una característica principal de la Bioquímica en contraposición con las otras áreas de la Química.

Pasteur, además, explicó la fermentación y acabó con otro de los mitos de la época: la generación espontánea [10]. Demostró que los fenómenos de fermentación eran llevados a cabo por microorganismos y que éstos no surgían de “la nada” sino que están omnipresentes en nuestro entorno. Tan omnipresentes que hoy sabemos, por ejemplo, que cada uno de nosotros porta del orden de tres kilos de ellos. Tres kilos de microorganismos, bacterias principalmente, sin los cuales no podríamos vivir porque realizan multitud de funciones esenciales para nuestra supervivencia [11,12].

La fermentación llevó además al descubrimiento de los fermentos, que hoy llamamos ENZIMAS. Los catalizadores por excelencia [13]. ¡Catalizadores químicos que funcionan muy eficientemente y a bajas temperaturas! Capaces de distinguir incluso entre dos moléculas que son imágenes especulares la una de la otra. Sin duda, no hay muchos catalizadores así fuera del área de la Bioquímica. ¿Qué sería de nosotros sin las enzimas?

El segundo químico ilustre de este periodo al que quiero referirme es Emil Fischer [14]. Un gigante de la química de finales del siglo XIX y comienzos del XX. Fischer hizo de todo, pero lo que se quiere destacar en este artículo es cómo explicó la naturaleza química de las proteínas. Y cómo esto fue de una enorme trascendencia porque abrió la puerta al concepto de macromolécula. Un concepto que curiosamente no fue desarrollado por él porque, como casi todos los químicos orgánicos de la época, creía que no podía haber moléculas de más de 40 átomos de carbono [14]. Hoy sabemos que la más simple y pequeña proteína tiene más de 200. Y que una molécula de ADN puede estar formada por hasta millones de ellos. En Bioquímica, el tamaño no sólo sí importa sino que es una característica fundamental; al menos a nivel molecular. Las moléculas biológicas más genuinas de los seres vivos son, en general, grandes. Muy grandes. Otra de las singularidades propias de esta disciplina.

El siguiente hito significativo tuvo lugar tras la Segunda Guerra Mundial. Si el periodo al que antes me refería, el de la molecularización de la Biología, estuvo fuertemente influido por la Química, al acabar la contienda empieza uno nuevo donde predomina la Física. Los físicos ilustres, Einstein incluido, se habían visto involucrados en el desarrollo de potentes armas en su lucha contra los nazis. Recordemos la bomba atómica, por ejemplo. Esto había impregnado a la Física con la aureola de ciencia dedicada a la muerte. La muerte de los malos, pero la muerte al fin y al cabo. Esta situación empujó a muchos físicos hacia la ciencia de la vida, hacia la Biología. Empezando por Schrödinger, el de la ecuación, y su famoso libro titulado ¿Qué es la vida? [15]. Obviamente, con ellos llegaron las aproximaciones experimentales basadas en métodos físicos, entre las que tenemos que destacar la difracción de rayos X. Así, entre los años 40 y 60 del siglo XX, un pequeño grupo de físicos, repartidos esencialmente entre dos laboratorios británicos, se dedicaron a la determinación de la estructura de estas macromoléculas a las que antes me refería [14,16].

Max Perutz y John Kendrew resolvieron las de las primeras proteínas y Watson (el único biólogo, no físico, del grupo), Crick, Wilkins y Franklin la del ADN [14,16,17]. Creo que se trata de historias sobradamente conocidas, especialmente la del descubrimiento de la estructura en doble hélice del ADN, así que aquí sólo señalaré cómo resolver estas estructuras fue una tarea titánica, que dio paso a una nueva era de la Biología, que sus propios fundadores bautizaron como Molecular. Es decir, se pasó de la molecularización de la Biología, basada en planteamientos químicos, a la Biología Molecular, fundamentada principalmente en la Física. Y este nuevo periodo fue extraordinariamente fructífero: se comprendió el código genético, se explicó cómo se transmite la información en los seres vivos, se descubrieron infinidad de funciones celulares, se popularizó la ingeniería genética, etc., etc., etc... La Bioquímica entonces dejó de ser una Química Biológica para convertirse en la Biología Molecular [14,16,18].

Todas estas aproximaciones se fueron concretando en la acumulación de una infinidad de datos. La Biología es extraordinariamente compleja y existen muy pocas reglas generales porque, entre otras cosas, el individuo importa. No es fácil generalizar. Y esta acumulación de datos y de información explotó durante el último cuarto del siglo XX [18], con la invención de la reacción en cadena de la polimerasa, que denominamos como “la PCR” por sus iniciales del inglés, y la secuenciación completa del genoma humano. La PCR permite amplificar, casi “mágicamente”, una secuencia concreta de ADN, facilitando su extracción de casi cualquier fuente, por antigua o escasa que sea, y posibilitando así su posterior secuenciación. Se dispone ya de una cantidad ingente de secuencias, una información apabullante. Y es por eso por lo que hemos entrado entonces en una tercera época, influida en este caso por la Informática [18]. Una época, por cierto, en la que las mujeres jugaron un gran papel en su despegue [19], aunque aquí se carezca del espacio necesario para desarrollarlo.

La secuenciación del genoma humano; es decir, la lectura de los 3200 millones de caracteres que contienen la información que hace a una persona, fue el mayor proyecto científico desarrollado por la humanidad en el campo de la Biología [18]. Comparable, por ejemplo, en volumen y capacidad de coordinación al proyecto Apollo, el que llevó al hombre a la Luna. No sólo costó 3000 millones de dólares (aproximadamente un dólar por carácter) y 15 años de trabajo, sino que supuso un desarrollo tecnológico sin precedentes, que hoy rinde sus frutos en términos de tecnología de secuenciación de genomas. Así, ya se venden máquinas que permiten determinar la secuencia completa del genoma de una persona en 5 días y por sólo unos 800 euros... Este despegue tecnológico tan brutal, propiciado como digo por el desarrollo informático, genera una cantidad de información tan densa que sería inmanejable sin la asistencia de los ordenadores. En cierta manera se puede decir que estamos entrando en la era digital (espero que no virtual...) de la Biología.

El Premio Nobel de Medicina de este pasado año 2012, concedido a John B. Gurdon y Shinya Yamanaka [20] por su contribución al descubrimiento de que las células adultas pueden ser reprogramadas y convertidas en pluripotentes, marca también un antes y un después.

Porque lo que este premio reconoce es la labor de los científicos en el terreno de la reprogramación de la información a la cual se hacía referencia en las líneas anteriores. Es decir, no sólo se está entrando en una etapa digital de la Biología sino que, al menos en potencia, también se pueden escribir nuevos programas, crear nuevos seres vivos. Y, con mucha más facilidad, mejorar los existentes. En mi opinión, la famosa oveja Dolly no es sino el ejemplo más conocido de toda una serie de fenómenos científicos como la clonación, las células madre, los transgénicos, etc., etc... que abren puertas de infinitas posibilidades, pero también plantean importantes cuestiones éticas. Y todo, se utilice el nombre que se utilice para denominarlo, bajo el paraguas de la Bioquímica: la Química de los seres vivos.

Entonces, ¿a dónde nos lleva todo esto? ¿A dónde nos lleva la Bioquímica? ¿Al mundo feliz de Huxley? ¿A un Gran Hermano que nos controle incluso a nivel molecular? ¿A una Sociedad de clases seleccionadas genéticamente? Hay multitud de visiones apocalípticas, casi siempre propiciadas desde foros desde los que en realidad no se conocen con suficiente profundidad los temas que se están tratando. Basta con ir al cine para darse cuenta. O atender al desarrollo de una tertulia televisiva... especialmente si en ésta participa algún político. Yo soy mucho más optimista, si bien soy consciente de las repercusiones morales y éticas que puede tener una mala praxis. Pero creo que hay frente a nosotros un apasionante panorama que, administrado con sentido común (recuérdese, el menos común de todos los sentidos) puede llevarnos a una sociedad mejor y más solidaria. Una Sociedad global que será muy pronto insostenible si no se administran racionalmente (es decir, científicamente) los recursos disponibles. No se olvide que se prevé que seamos 9000 millones de habitantes en el año 2045. Una fecha que puede parecer lejana pero que, en realidad, está al caer...

¿Hacia dónde nos va a llevar la Bioquímica entonces? En la opinión de este autor, en los años venideros hay seis disciplinas que van a tener un papel clave, aunque por distintos motivos. Se trataría, pues, de la medicina personalizada, la biología de sistemas, la biotecnología, la bioingeniería, la biología forense y la biología sintética. Como se suele decir, seguro que no están todas las que son, pero sí son todas las que están. Y puede que sorprenda la ausencia de la palabra BIOQUÍMICA en esta enumeración, pero no se olvide que en todos los casos lo que subyace es el estudio físico y químico de las moléculas que componen los seres vivos y de las relaciones que se establecen entre ellas, es decir, la BIOQUÍMICA y la BIOLOGÍA MOLECULAR.

Empecemos, pues, definiendo Medicina Personalizada que sería, entiendo yo, el diagnóstico, tratamiento y prevención individualizada de las enfermedades.

¿Es posible este tipo de medicina? Y me refiero obviamente a las posibilidades científicas, no a las económicas... que ya se ve cómo están evolucionando. Se ha mencionado ya a lo largo de estas líneas cómo en Biología el individuo es importante; no la masa. El hecho histórico diferencial no vuelve a los catalanes inmunes a ciertas enfermedades, por ejemplo. Efectivamente, todos tenemos pequeñas diferencias que nos hacen únicos. Un ser humano, individual, es irrepetible. Y esto vale también para la salud y para la enfermedad. Y ya

empezamos a ser capaces de diagnosticar, prevenir y tratar de forma individualizada alguna de las más comunes enfermedades. No hay que dejarse engañar, sin embargo, por charlatanes y vendedores de crecepelo. Todavía estamos en el comienzo de este camino que, bien administrado, supondrá una maximización de los recursos disponibles y, por tanto, un ahorro considerable acompañado de una mejora muy significativa de nuestra calidad de vida. Pero no debe prestarse atención, repito, a científicos y pseudocientíficos que, utilizando argumentos que muchas veces están basados en hechos veraces, prometen curaciones milagrosas; o prometen predecir la duración de la vida o la aparición de enfermedades. Son charlatanes, disfrazados de científicos. Lo que sí es verdad es que ya disponemos del potencial tecnológico e informático para avanzar significativamente en esa dirección y lograrlo en no muchos años. Un potencial que se basa en la acumulación de información a la que me refería antes y a las posibilidades reales de manejarla y entenderla.

Otro aspecto importante se refiere a la Biología de Sistemas o la consideración de los organismos como un todo. Hasta hace no hace mucho, las aproximaciones bioquímicas al estudio de los seres vivos se basaban en un enfoque fuertemente reduccionista. Esto quiere decir que reducíamos el sistema a sus componentes más simples, sus moléculas aisladas. Este enfoque ha sido extraordinariamente exitoso; y a las pruebas me remito. Simplemente sólo hay que observar cómo ha cambiado nuestra comprensión de la Naturaleza en menos de 100 años. O nuestras expectativas de vida. Pero las moléculas aisladas no siempre se comportan igual que cuando están en presencia del resto de los componentes celulares. El desarrollo tecnológico e informático al cual me vengo refiriendo a lo largo de este artículo ya permite un abordaje integral de un ser vivo o, al menos, de una célula completa. El estudio de estos "sistemas" completos, y no sólo de las moléculas aisladas que los componen, revelará relaciones insospechadas que, no me cabe duda, cambiarán nuestra comprensión de la Biología. Y una mejor comprensión sólo puede traer beneficios. Beneficios insospechados, como siempre ocurre en Ciencia. Lo insospechado suele ser lo mejor, precisamente porque no era previsible.

¿Y la Biotecnología? La gran palabra de moda. Una Universidad sin un Grado en Biotecnología no es una universidad moderna, no atrae clientes. Hay algunas que incluso tienen un doble grado de Biotecnología con Administración y Dirección de Empresas (ADE). ¡Forrarse con las macromoléculas! En los tiempos que corren, ¡eso sí que vende! El conocimiento en sí mismo, en cambio, cada vez vale menos... Pero, ¿qué es en realidad la Biotecnología? ¿No es acaso cualquier cosa que relacione Biología y Tecnología? Por ejemplo, ¿la Medicina personalizada?, sin ir más lejos. Bueno, no hay suficiente espacio para polémicas. Así que seamos convencionales y volvamos al diccionario: "La Biotecnología es el empleo de células vivas para la obtención y mejora de productos útiles, como los alimentos y los medicamentos". La Biotecnología, así entendida, va a permitir disponer, por tanto, de alimentos y medicamentos mejores, más seguros y más baratos (usando organismos transgénicos, por cierto; no hay otra forma). Va a facilitar la detección y eliminación (o reciclado) de productos tóxicos. Va a ser clave en la creación de sistemas de producción de energías renovables... La

Biotecnología, que no es sino la Bioquímica aplicada, va a permitirnos vivir más y mejor en este mundo abarrotado de seres humanos que nos espera.

¿Y qué es entonces la Bioingeniería? Una buena definición sería tal vez la de la perfecta simbiosis entre Biología e Ingeniería. Se trataría entonces de ingeniería de tejidos, de construir órganos artificiales, de brazos o piernas robóticas... El encuentro, como digo, de ingenieros y biólogos, utilizando ambas acepciones en su más amplio sentido. Y además pienso que la Bioingeniería es una disciplina con especial buen futuro en España. Porque en nuestro país, básicamente, no hemos tenido apenas científicos (y ahora, por cierto, parece que se quiere acabar con los pocos que quedan), pero ingenieros ha habido muchos [21]. Y muy buenos. Al fin y al cabo, siempre hemos sido un país guerrero y las guerras necesitan la labor de los buenos ingenieros...

Al referirse a la Biología Forense, entendida en su sentido más amplio, se estarían integrando todas las aproximaciones de identificación de individuos basadas en la Biología. Como ya se ha dicho, la mencionada PCR, y ahora ya también la secuenciación completa de genomas, permiten la identificación inequívoca de un organismo vivo, incluso cuando está muerto. Esta tecnología ha revolucionado por tanto la criminología, la taxonomía e incluso nuestros conocimientos sobre la evolución. Gracias a las series televisivas casi todo el mundo sabe que el ADN es una pieza clave a la hora de identificar a un criminal, o de exonerar a un inocente. Pero lo que no es tan conocido es que esta misma tecnología está permeando nuestra vida diaria ayudándonos a certificar denominaciones de origen de los alimentos o a autentificar el pedigrí de nuestras mascotas, por ejemplo. Una correcta identificación individual, basada en hechos moleculares objetivos, como es ésta a la que nos estamos refiriendo, tiene también un papel trascendente en el conocimiento y conservación de la biodiversidad. Y finalmente, en este contexto no se debe olvidar la Arqueología y la Historia. El análisis forense de restos antiguos, muy antiguos en ocasiones, está revolucionando nuestra comprensión del pasado. No sólo se ha conseguido secuenciar el genoma de los neandertales [22], por ejemplo, sino que parece incluso probado que se cruzaron con el Homo sapiens. Es decir, la Biología forense permite afirmar que hoy llevamos genes que fueron en su día característicos de los neandertales. Y no se puede negar que esto sí que tiene consecuencias filosóficas... Otro punto de encuentro entre Ciencias y Humanidades.

Y ya que se ha vuelto a los aspectos filosóficos trascendentales, terminemos este artículo con la Biología sintética, es decir, con la creación de vida artificial. Ciertamente, todavía se está muy lejos de crear un ser vivo de novo; a partir de sus componentes elementales, sus moléculas. Ni siquiera un ser muy, muy simple, como un virus. Y mucho más lejos de crear uno nuevo, que no haya existido antes. Otra cosa es mejorar los ya existentes, algo relativamente fácil que el ser humano lleva haciendo desde hace miles de años. Piénsese si no en la agricultura y la ganadería. Pero estos aspectos se encuadran mejor dentro de lo que se ha denominado como Biotecnología. A lo que se hace referencia ahora es a poder partir de pequeñas moléculas orgánicas, como la mencionada urea por ejemplo, y construir una célula.

Para eso todavía falta mucho. Pero ha habido ya buenos intentos. Recuérdese si no cómo hace poco más de dos años Craig Venter saltó a las portadas de todos los periódicos por haber creado "vida sintética" [23]. En realidad, lo que creó fue un genoma sintético que, aunque se trate de una tarea de gran dificultad, está todavía muy lejos de ser vida... Pero Craig Venter, que se hizo famoso por ser uno de los líderes del proyecto de secuenciación del genoma humano, es un científico muy listo. No sólo sabe manejar a los medios de comunicación a su antojo, sino que ha conseguido hacer creer a la comunidad científica que circunnavegar el mundo en su velero, recogiendo muestras de plancton, es un proyecto de investigación de gran impacto...

Este artículo se ha escrito con la intención de que sea publicado en una revista que llegue a alumnos y profesores de los Institutos de Enseñanza Secundaria y va dirigido principalmente a los futuros estudiantes de Biología, en su sentido más amplio. Por ello, y en este contexto, quiero acabarlo haciendo un pequeño alegato a favor de la CIENCIA (sí, con mayúsculas). Al fin y al cabo, la Bioquímica no es sino uno de sus aspectos. Vivimos en una Sociedad soportada por una complejidad técnica y científica que es ya incomprendible para el ciudadano medio. Nuestros dirigentes se ven abocados casi a diario a tomar decisiones de una enorme complejidad técnica. Y, sorprendentemente, casi todos ellos son abogados, o economistas. Se cuentan con los dedos de las dos manos (los enantiómeros de antes) los diputados o ministros con formación científica o técnica [24]. La falta de preparación científica de nuestros dirigentes los vuelve manipulables. En realidad, exactamente lo mismo pasa con el resto de la población. Se admite como CULTURA, con mayúsculas, las Humanidades, que ciertamente lo son. ¿Pero y la Ciencia? La cultura es global; como ya se ha apuntado antes; ni de ciencias, ni de letras. Una Sociedad iletrada en los aspectos científicos es fácilmente manipulable; por los políticos, por los charlatanes y por los vendedores de crecepelo. Los transgénicos, sin ir más lejos, son el mejor ejemplo del miedo a lo desconocido que provoca la ignorancia. Una Sociedad iletrada científicamente, en épocas de vacas flacas como la actual se despreocupa por los recortes que pueda sufrir la Ciencia. Algo que ya está ocurriendo ahora mismo en España.

Tanto nuestros dirigentes, como nosotros, sus votantes, todos ignorantes de los contenidos de Ciencia y la Tecnología, no comprendemos que se está hipotecando nuestro futuro. Por tanto quiero hacer aquí un llamamiento a favor de la Ciencia, a favor de la educación científica, y en contra de los tremendos recortes que se están sufriendo en el terreno de la investigación. Una Sociedad ilustrada es una Sociedad más libre y, por ello, una Sociedad mejor. Espero que este mensaje final cale en los futuros estudiantes de Bioquímica que lleguen a leer este artículo, ya que de ellos es el futuro. Un futuro que en gran medida será precisamente el que ellos construyan y que yo deseo que sea el que todos ellos sueñan en este momento.

Agradecimientos

Este artículo se basa en el discurso leído durante el acto de graduación de los alumnos de la Facultad de Química de la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid, España) egresados al finalizar el curso 2011-12. Quiero mostrar mi agradecimiento al equipo decanal de la mencionada Facultad por la gentileza que tuvieron al invitarme a participar en dicho acto. (*) En España se entiende que los biólogos de bata son aquéllos que salen al campo, o al mar, a recoger y estudiar sus especímenes. La expresión biólogo de bata se refiere al que realiza su trabajo en un laboratorio, normalmente utilizando técnicas que implican el manejo de los especímenes a nivel molecular. Hoy en día esta distinción está obsoleta, en mi opinión, porque ambas aproximaciones solapan a todos los niveles. Un buen ejemplo es el propio Craig Venter al que se hace referencia en este artículo.

Referencias

- [1] Fehr E. y Fischbacher U. (2003) The nature of human altruism. *Nature* 425: 785-791.
- [2] Arrow H. (2007) Evolution. The Sharp End of Altruism. *Science* 318: 581-582.
- [3] De Dreu C.K.W., Gree L.L., Handgraaf M.J.J., Shalvi S., Van Kleef G.A., Baas M., Ten Velden F.S., Van Dijk E. y Feith S.W.W. (2010) The Neuropeptide Oxytocin Regulates Parochial Altruism in Intergroup Conflict Among Humans. *Science* 328: 1408-1411.
- [4] Hunter P. (2010) The basis of morality. *EMBO reports* 11: 166-169.
- [5] Gould S.J. (1998) Non-overlapping Magisteria. Ensayo publicado en *Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms: Essays on Natural History*, Harmony Books, Random House Inc. Nueva York.
- [6] Historia del método científico (http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_m%C3%A9todo_cient%C3%ADfico).
- [7] Facultad de Filosofía (Universidad Central) (<http://www.ucm.es/info/ucmp/pags.php?tp=Facultad%20de%20Filosof%EDa%20%28Universid%20Central%29&a=directorio&d=0002871.php>).
- [8] Friedrich Wöhler (1800-1882) (<http://www.quimica2011.es/historia/siglo-xix/friedrich-w%C3%B6hler-1800-1882>).
- [9] de Chadarevian S. y Kamminga H. (eds.) (2005) *Molecularizing Biology and Medicine: New Practices and Alliances 1910s - 1970s*. Taylor & Francis, Amsterdam, 290 págs.
- [10] Louis Pasteur (1822-1895) (http://es.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur).
- [11] Lee S.H. y Graphiko S. (2012) Human Microbiota. *Nature*. Número especial (<http://www.nature.com/nature/focus/humanmicrobiota/index.html>).

- [12] Álvarez García E. y Martínez del Pozo A. (2008) ¿Un yogur contra el cáncer de colon? (http://www.ucm.es/info/otri/cult_cient/infocientifica/descargas/concurso%20divulgacion%2008/yogur_cancer_colon.pdf).
- [13] ¿Qué es una enzima? (http://www.bbm1.ucm.es/public_html/divul/enzima.html; http://www.bbm1.ucm.es/public_html/divul/divul.html).
- [14] Martínez del Pozo A. (2009) El nacimiento de la Química de Proteínas. De la ovoalbúmina a la estructura de la hemoglobina (1800-1960). Nivola, Madrid, 188 págs.
- [15] Schrödinger E. (1983) ¿Qué es la vida? Tusquets Editores, Barcelona, 144 págs.
- [16] Martínez del Pozo A. (2010) La Biología Molecular cumple 50 años (http://www.sebbm.es/archivos_tinymce/enero2010_alvaromartinez.pdf).
- [17] Watson J.D. (2012) The annotated and illustrated double helix. Eds. A. Gann y J. Witkowski, Simon & Schuster, Nueva York, 368 págs.
- [18] García-Sancho M. (2012) Biology, Computing, and the History of Molecular Sequencing: From Proteins to DNA, 1945-2000. Palgrave Macmillan, Londres, 242 págs.
- [19] Rodríguez R. (2013) Mujeres en Bioquímica: Margaret Oakley Dayhoff. Encuentros en la Biología 141, 73 (<http://www.encuentros.uma.es/encuentros141/sebmm.pdf>).
- [20] El Premio Nobel en Fisiología o Medicina 2012 (http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2012/).
- [21] López-Ocón L. (2003) Breve historia de la ciencia española. Alianza Editorial, Madrid, 479 págs.
- [22] Svante Pääbo: un arqueólogo del genoma. (2012) Science in School (<http://www.scienceinschool.org/2011/issue20/paabo/spanish>).
- [23] Pennisi E. (2010) Synthetic Genome Brings New Life to Bacterium. Science 329: 958-959.
- [24] Pollard T.D. (2012) The Obligation for Biologists to Commit to Political Advocacy. Cell 151, 239-243.