

Biología y sociedad

Los progresos recientes de las ciencias de la vida dejan entrever el eminente papel que la biología tendrá en la evolución de la sociedad y las transformaciones que ella provocará hasta en los modos de existencia y de pensamiento.

Les confío la misión de estudiar las consecuencias que los descubrimientos de la biología moderna podrán tener sobre la organización y el funcionamiento de la sociedad, de relevar las aplicaciones más útiles de la biotecnología para el progreso y la felicidad de la humanidad y de proponer los medios apropiados para poner en práctica dichas aplicaciones.

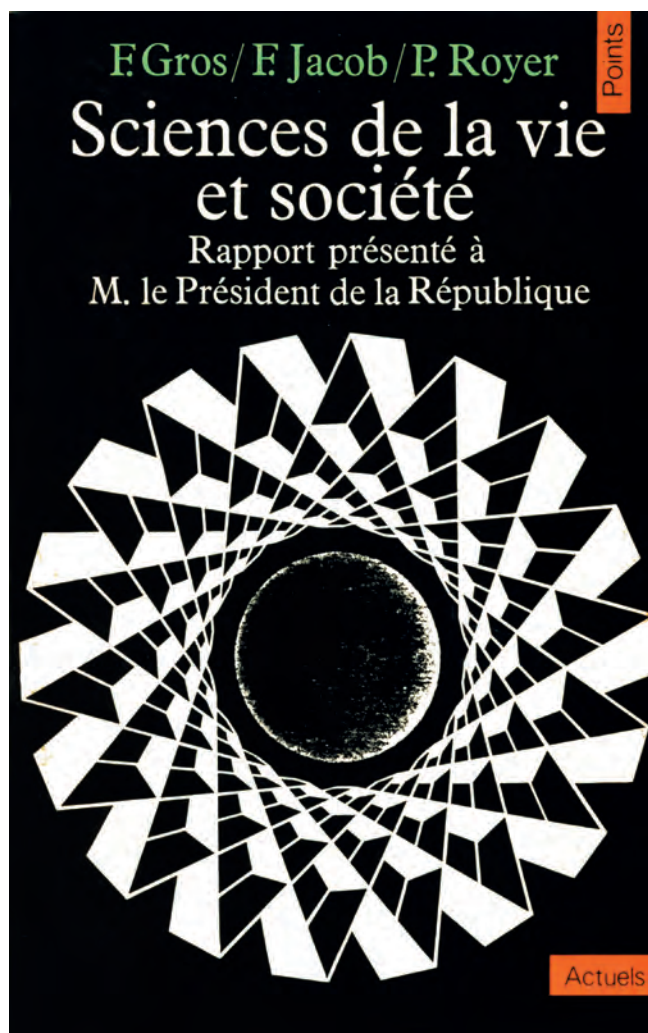
La cita del epígrafe es parte de una carta dirigida hace treinta y ocho años, en noviembre de 1978, por Valéry Giscard d'Estaing, entonces presidente de Francia, a los biólogos François Gros (1925-), director del Instituto Pasteur, y François Jacob (1920-2013), premio Nobel de medicina en 1965, más el pediatra Pierre Royer (1917-1995). Pedía a los destinatarios un informe sobre el estado de las ciencias biológicas y su posible influencia en la sociedad, lo que indica que el presidente las consideraba esenciales para el desarrollo del país y para el bienestar de su gente. El documento que produjeron los nombrados se publicó unos

meses después con el título *Sciences de la vie et société* (La Documentation Française, París, 1979). Leído casi cuarenta años después, lo esencial de su argumentación conserva notable vigencia y constituye un excelente punto de partida para reflexionar sobre la situación y las funciones actuales del conocimiento biológico.

En la introducción el texto francés resalta que las ciencias de la vida tienen un interés que va más allá más allá de la curiosidad científica y postula que los principales móviles de la investigación en esas disciplinas son de orden socioeconómico y político. 'Es difícil definir qué anima verdaderamente el desarrollo científico en nuestras

¿DE QUÉ SE TRATA?

Las múltiples facetas de la biología actual ante los desafíos que enfrenta el mundo de hoy.



sociedades occidentales. Evolución científica y evolución social están evidentemente relacionadas pero sin de todos modos confundirse. A pesar de lo que puedan pensar los científicos, no es la ciencia la que más a menudo desempeña el papel motor. Basta constatar, para convencerse de lo anterior, que las guerras constituyen un motor poderoso.'

Una característica esencial de la ciencia, que suele crear tensiones con la industria y la política, es la constante innovación, que desemboca en que se desarrollen nuevas tecnologías, a las que resulta necesario adaptarse. 'Lo importante en la investigación es lo imprevisible. Y a lo imprevisible es necesario en todo instante saber y poder adaptarse.'

Las investigaciones realizadas con el propósito de resolver un problema específico (que a veces se llama de manera poco feliz 'ciencia aplicada') conducen a menudo a descubrimientos que resultan básicos para comprender el mundo, como sucedió con los realizados en la segunda mitad del siglo XIX por Louis Pasteur (1822-1895). A la inversa, es también común que muchas aplicaciones de la ciencia emerjan de resultados de investigación realizada poco o mucho tiempo antes sin tenerlas como objetivo. Es, por ejemplo, el caso de los descubrimientos que le valieron el premio Nobel de medicina en 1984 a César Milstein (1927-2002), lo mismo que el de muchos otros

hallazgos de biología básica sobre los que se apoya la biotecnología actual.

Si la confusa distinción tradicional entre ciencias básicas y ciencias aplicadas se aclara cuando se la reemplaza por diferenciar ciencia de aplicaciones de la ciencia, como sucede cuando se habla de biología molecular y biotecnología, hay que tener clara la importancia de reconocer tanto sus vínculos estrechos como sus diferencias y sus necesidades específicas, para que las dos crezcan sinérgicamente. Por otra parte, el informe francés sostiene que, junto con la ciencia académica, para la década de 1980 se esbozaba 'una concepción más utilitaria de la ciencia, más directamente dirigida al estudio de problemas de interés de la sociedad, sus recursos y su economía'.

Una de las características notables del informe es su claridad temática, en especial para el tipo de lector al que estaba dirigido, esencialmente funcionarios, políticos y público interesado en estos temas. Su mensaje insiste en la importancia de que se tomen decisiones sobre la base del conocimiento. El informe está dividido en cinco partes y, de manera didáctica y clara, cada una finaliza con un resumen y recomendaciones que agilizan su comprensión.

La primera sección se refiere a la *biología de base* y describe el estado del conocimiento de las células y sus constituyentes, el funcionamiento del organismo y las interacciones entre el nivel celular y el del organismo. Entre sus conclusiones predice 'una intensificación de las investigaciones sobre sistemas complejos, que requieren una cooperación entre diferentes disciplinas, como los estudios del desarrollo del embrión, el feto y el niño, o las investigaciones de biología del cerebro, o la ecología fundamental'. También predice el documento que continuaría 'desarrollándose la microbiología fundamental o básica, fuente de tecnologías y de nuevas industrias', lo mismo que 'la biología vegetal, largo tiempo descuidada por la biología molecular. La biología vegetal deberá conocer un desarrollo nuevo, a causa especialmente de sus aspectos aplicados'. Dichas predicciones se han cumplido de manera sorprendente.

La segunda sección trata sobre biología aplicada a la medicina, la agronomía y la explotación de los recursos del mar (el informe usa para lo último el término *océanographie*). Resalta la importancia de la investigación clínica y enfoca la investigación en salud pública, que se sitúa en la intersección de la biología, la psicología, la sociología y la economía, y acerca de la cual explica que en Francia 'el aporte de matemáticos e informáticos más el de los investigadores en ciencias sociales equilibra la reflexión biológica y la médica'. Acertadamente señala posibles contribuciones de nuevos conceptos y técnicas de la biología de base a la práctica médica, provenientes de la biología celular y molecular, la inmunología, la biología de la reproducción y el desarrollo, la comunicación celular, la interacción de los organismos entre ellos y con su medio, y de la cronobiología.



De arriba hacia abajo. François Gros ca. 1990, Pierre Royer ca. 1980, François Jacob ca. 2000.

De manera similar, esboza los futuros aportes de las ciencias de la vida a la agronomía y al aprovechamiento de los océanos. Los temas centrales relacionados con la agronomía son proteger las condiciones de vida y conservar el potencial genético de las especies vivas, y sobre la explotación de los mares llama la atención que el informe haya considerado temas como la biología y la ecología marinas, la acuicultura y el aprovechamiento de las algas. Se refiere también a preservar el equilibrio químico del ambiente (más técnicamente, la homeostasis de la biósfera) y a la cooperación internacional para encarar los problemas de la producción agraria. Los recientes acuerdos globales para mitigar los efectos del cambio climático o recuperar la capa de ozono de la alta atmósfera confirmaron esas predicciones para un campo más amplio que el de la agronomía o la explotación de los océanos.

Las conclusiones de la segunda parte señalan 'que no hay una relación jerárquica evidente entre una biología de base, creadora de conceptos y de técnicas', y una biología de la que se deriven aplicaciones médicas, agronómicas y aplicables a explotar los recursos marinos. Y agrega: 'Es preferible imaginarse el sistema de relaciones de las ciencias de la vida como una imbricación muy cercana de temas, de equipos y de hombres en una unidad cada vez más grande y en movimiento de

conceptos y de métodos. Los intercambios, las preguntas y las soluciones son multidireccionales. En los próximos veinte años, son deseables todas las organizaciones que favorezcan esas relaciones'.

La tercera sección del informe se dedica a las tecnologías relacionadas con los seres vivos. Sus temas centrales son la producción de alimentos y la nutrición. El documento conjetura sobre las futuras demandas alimentarias y la posibilidad de mejorar la nutrición humana mediante cambios que puedan aplicarse en todos los estadios de

la cadena alimentaria. También destaca el cometido de la educación sanitaria en la sociedad y la necesidad de políticas de salud pública en materia de nutrición. Recomienda la acción conjunta de la agricultura, la industria, el gobierno, las finanzas, la medicina y la biología en la generación y aplicación de esas políticas de salud pública.

Por su lado, la simbiosis entre farmacología y biología básica crea una nueva fuente de innovación en materia de medicamentos, pero ese avance plantea nuevos 'problemas éticos, regulatorios, financieros y organizacionales, y puede sufrir perversas desviaciones'.

Finaliza la tercera parte del informe con unas consideraciones sobre los requerimientos de las ciencias biológicas en materia de técnicas y de logística, las que 'son actores privilegiados del avance de las ciencias, a la vez consecuencia y causa de los descubrimientos' de estas. Técnicas y logística incluyen instrumentos, materiales, reactivos, biorreactores, informática y bancos de células, entre otros.

La bioingeniería conforma la cuarta sección, que parte de que se podía estar 'ante un gran cambio de la industria biotecnológica' basado en bioquímica, la fisicoquímica, la genética y la biología celular animal y vegetal. El informe menciona la ingeniería de enzimas, los biorreactores, la microbiología aplicada, las bioconversiones y la bioenergía. Es llamativo que, en la visión de los autores, la industria basada en descubrimientos científicos aplicados a las necesidades de la producción resulta importante para conseguir 'nuevos avances en las ciencias de la vida'.

Hasta ese momento, la biología molecular se había ocupado casi exclusivamente de microorganismos, sobre todo bacterias y virus, y alcanzado gran desarrollo en Francia, por lo que no extraña que el documento se detenga en las aplicaciones de la microbiología para atender nuevas necesidades de la sociedad tanto en materia de salud, agricultura y energía como para tratar la contaminación ambiental, desarrollar la minería o innovar en la industria química. Así, aventura que en 2020 se podría sustituir productos petroquímicos por similares generados por bioconversión microbiana a partir de celulosa. También sugiere la utilización de microorganismos detectores de agentes cancerosos o tóxicos, fijadores de nitrógeno y aprovechables como pesticidas.

El documento señala que si bien la aplicación de la microbiología había surgido en Francia impulsada por Pasteur, su fuerte desarrollo tuvo lugar en Japón y en los Estados Unidos y no en tierras galas, por razones vinculadas con el funcionamiento del sistema universitario y de investigación francés, y sobre todo por no haber podido despertar el interés del sector industrial, más volcado a la química que a los adelantos de la biología. Aún hoy, la química, la mecánica, la electrónica y la informática, entre otras disciplinas, atraen más que la biología las miradas y el interés de la industria francesa. La cuarta parte del informe se detiene en el estado de la biotecnología en va-

BIOECONOMÍA

Una reflexión sobre el cometido de las ciencias biológicas y la biotecnología en la sociedad del presente incluye considerar el relativamente nuevo concepto de *bioeconomía*. De acuerdo con un documento de trabajo preparado por organismos de la Unión Europea, dicho concepto ‘se refiere a la producción sustentable y a la elaboración a partir de biomasa renovable de un rango de productos para alimentación, salud, fibras, productos industriales y energía’. A su vez, *biomasa renovable* incluye todo material de seres vivos —sea producto de agricultura, ganadería, explotación forestal o pesca— empleado como materia prima o como bien final. En términos generales, la bioeconomía es producción innovadora y sustentable (en sentido económico y ambiental) de bienes y servicios en todos los sectores de la economía, basada en conocimiento científico y en la utilización de recursos biológicos. Abarca, entre otros, fármacos

y vacunas de uso médico y veterinario, instrumentos de diagnóstico de la salud humana y animal, combustibles, pesticidas, fertilizantes y materiales de variados usos.

En 2015, más de setecientos participantes de unos ochenta países se reunieron en Berlín en la primera cumbre sobre bioeconomía global, convocados por una asociación alemana con el apoyo del gobierno de ese país. Las ramas de la bioeconomía fueron responsables en 2014 de exportaciones mundiales por un valor de aproximadamente dos billones (2×10^{12}) de dólares, lo que representó el 13% del comercio internacional del planeta. La bioeconomía ocupa un lugar central por lo menos para la mitad de los objetivos de desarrollo sustentable definidos por las Naciones Unidas, desde la seguridad alimentaria hasta el acceso a la energía y salud.


rios países, como Alemania y Canadá además de Francia, los Estados Unidos y Japón. La labor que se realiza en el presente en el Instituto Pasteur, el Instituto de Genética y Microbiología de Orsay y el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Toulouse atestiguan el valor actual de la microbiología francesa.

El informe reclama que la investigación practicada en el ámbito público cumpla con un cometido de creciente importancia en la formación de bioingenieros abiertos a una nueva generación de conceptos y en la creación de tecnologías, pero también que constituya el ‘indispensable vivero intelectual, origen genuino de temas con aplicaciones socioeconómicas’.

Y concluye: ‘La industria biológica, por el espectro tan amplio de sus objetivos y la gama extendida de sus productos, debe poder asegurar el funcionamiento y el empleo en empresas de diversos tamaños, desde las pymes hasta las multinacionales, para que el país pueda asegurar el equilibrio futuro de su economía y de su sociedad, mejorar sus recursos naturales y preservar su independencia’.

Finalmente, la quinta sección se refiere a las interacciones entre biología y sociedad. Recuerda la historia de la anticoncepción química a modo de ejemplo de la dificul-

tad de prever el futuro de la sociedad, y menciona cuestiones en las que se registrarían avances con fuertes repercusiones sociales, como las relacionadas con la reproducción humana, la selección del sexo de los hijos, nuevas drogas psicotrópicas y otras. En particular se refiere a temas demográficos, ‘economía y empleo, derecho a la salud y a calidad de vida’, el respeto por la vida, la educación y la influencia de la sociedad sobre el desarrollo de la ciencia.

Las conclusiones del informe pueden verse como el fundamento de políticas y programas aplicables en los tiempos actuales. ‘Algunos esperan que las ciencias de la vida proporcionen un remedio a todos los males. Otros les reprochan pretensiones imperialistas o proyectos monstruosos. La biología no merece ni esos honores en exceso ni estas indignidades. Contrariamente a lo que a veces se nos quiere hacer creer, no es a partir de la biología que nos podemos formar una idea del hombre. Es, al contrario, a partir de una idea del hombre que podemos utilizar la biología para ponerla a su servicio. Ella sola no puede hacer nada. Sola no resolverá ninguno de los problemas de nuestra sociedad. Si puede desempeñar un papel, si puede contribuir a alcanzar soluciones, es en función de una voluntad política y de un consenso social.’ 

LECTURAS SUGERIDAS

DJERASSI C, 2004, *This Man's Pill: Reflections on the 50th Birthday of the Pill*, Oxford University Press.

EL-CHICHAKLI B *et al.*, 2016, ‘Five cornerstones of a global bioeconomy’, *Nature*, 535, 7611: 221-223 12, accesible en http://www.nature.com/polopoly_fs/1.202281/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/535221a.pdf.

European Technology Platforms, *European BioEconomy in 2030*, accesible en <http://www.epsoweb.org/file/560>.

Global Bioeconomy Summit 2015, *Making Bioeconomy Work for Sustainable Development*, Berlín, accesible en http://gbs2015.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique_final_neu.pdf.



Alberto Díaz

Licenciado en ciencias químicas, UBA.
Profesor invitado, UBA.
Académico correspondiente,
Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica.
albertodelbo@gmail.com