



Nuestra investigación se propone mostrar cómo, a resultas de esta representación de la civilización en tanto que acumulación de cosas, las formas de vida nueva y las nuevas creaciones de base económica y técnica que debemos al pasado siglo entran en el universo de una fantasmagoría. Estas creaciones son objeto de «iluminación» no solo de manera teórica, por una transposición ideológica, sino sobre todo en la inmediatez de la presencia sensible... Es así como se presentan los «pasajes». WALTER BENJAMIN [1939]

PASAJES DE PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO

Vida artificial

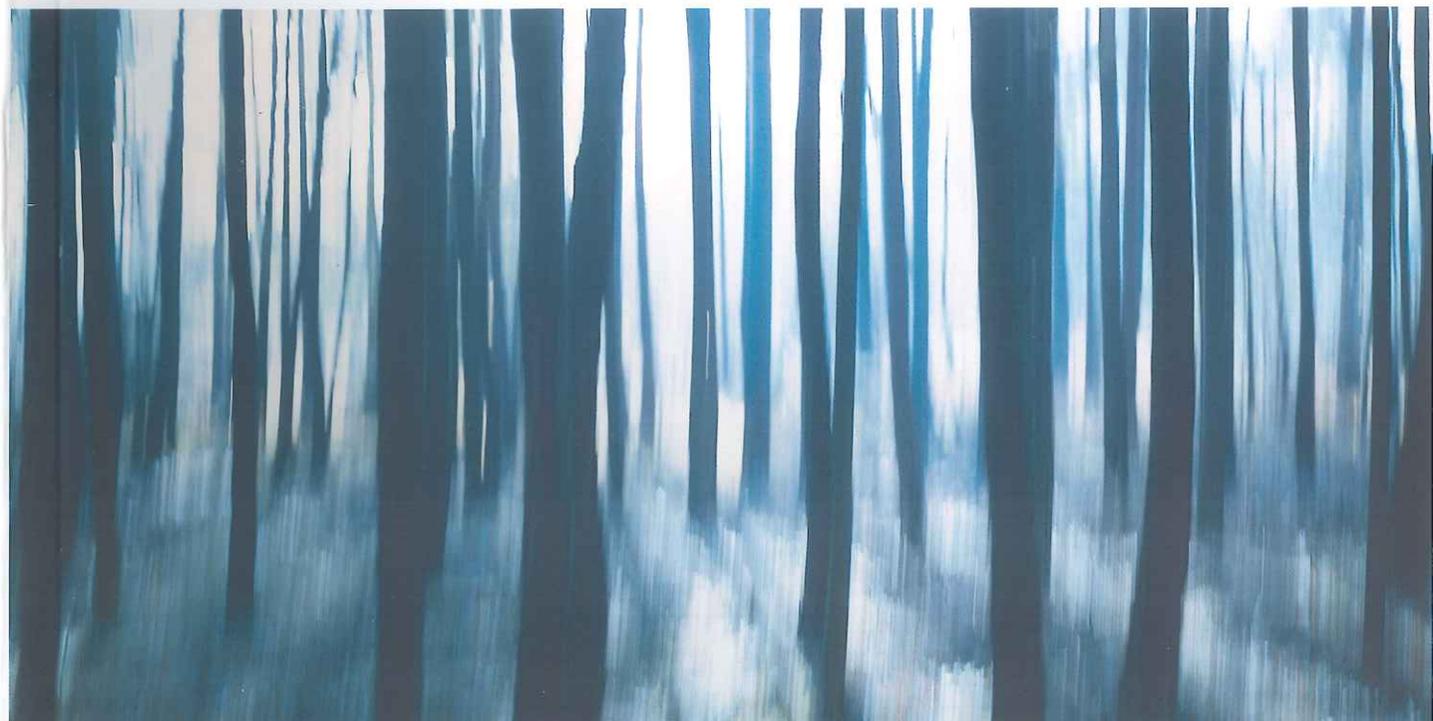
Andrés Moya, Juli Peretó, ¿Hacia la fabricación de vida? / Evelyn Fox Keller, Biología sintética y biología / Michel Morange, ¿Una nueva revolución? La biología sintética en la historia de la biología / Kepa Ruiz-Mirazo, Álvaro Moreno, Comprender, utilizar y extender la vida / Markus Schmidt, Xenobiología / ENTREVISTA A Ricard Solé: «La vida artificial abrirá las puertas a una nueva biología»

TEMAS

Pierre Nora, La politización de la historia y sus peligros / Georges Prevelakis, Grecia: la historia anterior al colapso / Alda Blanco, En torno al mestizaje

LIBROS

Francisco Pérez (José V. Sevilla, El declive de la socialdemocracia) / Juan Carlos Carbonell (Tomás S. Vives, Fundamentos del sistema penal) / Alberto Rubio (Luis Arenas, Fantasmas de la vida moderna) / Antonio Diéguez (Andrés Moya, Naturaleza y futuro del hombre) / Manuel Porcar (Robert H. Carlson, Biology is technology)



La vida artificial abrirá las puertas a una nueva biología

Ricard Solé

entrevistado por Andrés Moya y Juli Peretó

Ricard V. Solé es profesor de investigación de la *Institució Catalana de Recerca i Investigació* (ICREA) en el *Institut de Biologia Evolutiva* (CSIC-UPF) de Barcelona donde dirige el Laboratorio de Sistemas Complejos. Es catedrático externo del *Santa Fe Institute* (New Mexico, EEUU) e investigador principal de un *Advanced Grant* del *European Research Council*. Sus investigaciones se publican en revistas científicas de gran impacto y de ellas se han hecho eco medios como el *New York Times*. En 2004 obtuvo el Premi Ciutat de Barcelona de Investigació Científica por su trabajo «Least effort and the origins of scalling in human language», publicado en *Proceedings of the National Academy of Sciences* de Estados Unidos. Sus libros más recientes son *Redes complejas* (Tusquets, 2010), *Phase Transitions* (Princeton University Press, 2011) y *Vidas sintéticas* (Tusquets, 2012).

Usted dirige un Laboratorio de Sistemas Complejos.
¿Qué entendemos hoy por sistema complejo?

Cualquier sistema formado por muchos elementos que interaccionan entre sí y que muestran propiedades o comportamientos que no pueden reducirse a las propiedades de los elementos componentes. Mi ejemplo favorito es un termitero, una estructura de enorme tamaño construida de forma colectiva por las termitas, que son ciegas, miles de veces más pequeñas que el termitero que han construido y que no tienen ningún plano o conocimiento de la estructura global. Nunca entenderemos el termitero observando a las termitas de forma individual. Es la inteligencia colectiva, que resulta de la comunicación entre los individuos, lo que realmente importa. Lo mismo ocurre con el genoma, nuestra sociedad o la economía.

En ese sentido, ¿cómo calificaría su aportación en el libro que publicó hace unos meses en la colección del Santa Fe Institute, *Phase Transitions*?

Una parte muy importante de la complejidad tiene que ver con los posibles cambios de comportamiento que podremos observar en un mismo sistema. Una sociedad, por ejemplo, puede estar bien organizada y mantener su diversidad y estabilidad empleando adecuadamente los recursos de los que dispone, pero también puede encontrarse en un estado de caos cuando los sistemas de regulación o la cohesión social fallan. Estos dos estados de orden y desorden serían dos posibles «fases». En física tenemos una tradición muy larga de estudio de estas fases y de qué manera pasamos de una a otra. Estas transiciones de fase tienen una gran importancia, dado que marcan un cambio fundamental en las propiedades del sistema. Lo que hemos ido descubriendo con los años es que pese a todas las complicaciones que poseen, la mayoría de sistemas complejos y sus transiciones de fase pueden comprenderse bien empleando modelos simples. Mi libro es un intento de recoger esta idea y una buena cantidad de ejemplos ilustrativos, que incluyen ecología, genética, inteligencia colectiva o el colapso social como casos bien documentados.

En la búsqueda de patrones comunes en la naturaleza, desde la estructura de redes moleculares o celulares hasta la organización del lenguaje humano, ¿dónde cree que está el límite entre la pura descripción y la comprensión? ¿Disponemos de explicaciones profundas de esos fenómenos?

Es una pregunta difícil. A menudo se pide a los teóricos que los modelos que desarrollamos sean predictivos. Creo que en un sentido básico esta es una petición razonable: si se obtienen nuevas observaciones, éstas deben ser explicables dentro del mismo modelo. Sin embargo, lo que realmente necesitamos es disponer de modelos que nos permitan comprender cómo se comporta el sistema y, si es posible, cómo hemos llegado a su estado actual. Con la entrada de métodos de la física en la biología, la economía y la sociología, espero que podamos dar solidez a la primera y seriedad a las otras dos.

Su trabajo sobre computación celular acaba de recibir el apoyo de la principal agencia de financiación de la investigación en Europa. ¿Cómo definiría los objetivos de este trabajo? ¿Qué aplicaciones prácticas le augura?

Hay dos vertientes en esta investigación. Una, entender cómo funcionan los sistemas celulares vistos como sistemas que llevan a cabo computaciones. Una célula viva rivaliza con el mayor computador paralelo existente, pero opera a

una escala que escapa a nuestra comprensión y lo hace de formas que no son convencionales. Parte de nuestra investigación será construir, mediante técnicas de ingeniería genética, sistemas nuevos de computación basados en células y explorar los límites de estos sistemas en términos de su capacidad computacional. Por otra parte, dado que los sistemas fisiológicos implican grupos de células que se comunican entre sí para regular las funciones del organismo, esperamos que nuestra investigación permita explorar nuevas maneras de diseñar tratamientos para enfermedades complejas. Estamos muy lejos aún de este objetivo, pero el campo se mueve con rapidez, así que confiamos en que el futuro nos sorprenda.

En su reciente libro *Vidas sintéticas*, usted explora los mundos virtuales y alternativos que nos pueden ayudar en la exploración de sistemas complejos. ¿Hasta qué punto los mundos virtuales pueden ayudar a entender el mundo real?

En un sentido, son nuestra puerta para entender algunas cosas que, como la evolución de la vida, solo han ocurrido una vez. Mientras esperamos la máquina del tiempo, podemos simular mundos virtuales en los que intentamos regresar a escenarios del pasado en los que la vida surgió y se desarrolló. A veces te encuentras con sorpresas, como cuando el biólogo Tom Ray simuló en su ordenador una comunidad digital de criaturas que terminó «inventando» el parasitismo, el sexo o la simbiosis. Por otra parte, deseamos comprender por qué algunos sistemas se vienen abajo de forma catastrófica. Sabemos que eso ocurrió con numerosas civilizaciones y puede ocurrir en un futuro no lejano con nuestra biosfera y nuestra sociedad. Aquí los mundos virtuales, simulados por ordenador, nos dan serias advertencias. También existe otra faceta fascinante que tiene que ver con nuestra mente: al sumergirnos en sistemas de realidad virtual (creando así un mundo en el que estamos inmersos) podemos poner a prueba ideas y generar nuevas teorías acerca de cómo funciona nuestro cerebro. Finalmente, los mundos virtuales nos ofrecen una oportunidad única: la de crear nuevos mundos y preguntarnos sobre cómo podrían ser y hasta qué punto serán distintos a los que conocemos.

¿No es demasiado osado proclamar, como hace en su libro, la muerte de la filosofía como sistema de conocimiento y su sustitución por la ciencia?

Reconozco que tengo sentimientos encontrados. La filosofía ha sido una parte esencial de nuestra forma de acercarnos a las grandes preguntas, y es triste ver cómo –junto con las ciencias– su peso en la educación se va perdiendo. Por otra parte, nadie puede negar que la ciencia pisa (y muy fuerte) este terreno, creo que

inevitablemente para sustituir a la filosofía. Los orígenes de la vida o el universo, la naturaleza de la conciencia o incluso la idea de una moral basada en la visión científica del mundo son problemas que los científicos ven como propios.

En su repaso de las vidas sintéticas encontramos los autómatas y los robots. ¿Llegaremos a tener ante nosotros una máquina pensante a la que no podamos distinguir de un humano real? ¿Qué requisitos debería cumplir esta máquina?

¡La gran pregunta! Ojalá tuviera una respuesta. Mi conjetura es que acabará ocurriendo, aunque el camino es aún inmenso. Hemos aprendido una cantidad enorme de cosas en unas décadas sobre la mente, y cada año surgen nuevos descubrimientos, pero hay que ser honestos y admitir que estamos aún lejos. En este campo como en ningún otro vale aquella frase de John Wheeler con la que empieza mi libro: «Habitamos una isla en mitad de un océano de ignorancia. A medida que aumenta nuestro conocimiento, también lo hace la costa de nuestra ignorancia.» Por otra parte, también creo que los nuevos robots y nuestro acercamiento progresivo a los modelos de partes del cerebro nos darán sorpresas. Los robots mentirosos de los que hablo en el libro son un buen ejemplo.

Y, por supuesto, nos enfrentamos a la posibilidad real de que un día se fabrique vida artificial. Si alguien afirma que ha sintetizado vida en el laboratorio, ¿qué pruebas exigiría para aceptarlo?

Sin duda eso sucederá en un futuro próximo y ese descubrimiento abrirá las puertas a una nueva biología. Un sistema artificial que merezca denominarse «vida» debería ser construido a partir de partes disponibles que, una vez ensambladas, den lugar a un sistema «protecelular» capaz de explotar recursos externos, crecer y dividirse de forma autónoma.

¿Cree usted que enfrentamos riesgos importantes en el área de la biología sintética? ¿Cómo se deberían abordar?

En este momento nos encontramos en el amanecer del área, que apenas tiene una década a sus espaldas, aunque le debe muchísimo a la ingeniería genética. Cuando esta última se empezó a desarrollar en los años 70, las voces de alarma sugirieron que la tecnología del ADN recombinante representaba un peligro, y es bueno que, como entonces, seamos precavidos. Pero también hay que extraer

alguna lección de esta historia reciente: los científicos han conseguido grandes avances que han tenido enormes repercusiones positivas. No ha habido ningún evento catastrófico ni remotamente peligroso en todo este tiempo y no veo por qué las cosas han de ser distintas.

¿Es partidario de que la sociedad intervenga sobre qué es lo que se debe investigar? ¿Qué mecanismos deberían existir en una sociedad democrática?

Creo que las encuestas hablan por sí mismas. Cuando los ciudadanos expresan sus preferencias por ciertas profesiones, los científicos aparecen los primeros de la lista (y los políticos los últimos). Hay una percepción muy favorable por parte de la sociedad sobre el papel e importancia de lo que la ciencia nos puede aportar. También creo que se ve a los científicos como personas responsables y que aportan algo positivo a la sociedad y su futuro. Si algo debe pedirse, es una política científica seria, que favorezca el trabajo de vanguardia, que ayude a los investigadores jóvenes y que se apoye de forma decidida, cuando sea necesario, a trasladar los descubrimientos de posible aplicación al mundo real. La sociedad debería exigirlo y los científicos debemos desempeñar un papel activo en ese proceso.

En relación con la responsabilidad social en el ámbito científico, ¿qué papel deben tener los medios de comunicación?

Muy grande. En ausencia de una educación con mayor contenido científico (algo que pagaremos caro si no se corrige) los medios de comunicación pueden tener un papel de gran importancia. Acercar la ciencia a los ciudadanos es casi una responsabilidad moral a la que –lamentablemente– nuestros gobiernos recientes han contribuido muy poco. Vivimos en un siglo que estará dominado por una tecnología en constante cambio y en el que nos enfrentaremos a retos que pondrán a prueba nuestra persistencia como sociedad. El cambio climático y los retos energéticos son dos ejemplos claros, y ambos tienen que ver con las advertencias que los científicos han lanzado y con el potencial de la misma ciencia para resolverlos. Todos deberíamos ser conscientes y disponer del máximo conocimiento al respecto.

Es fácil comprobar que usted no se limita a publicar en revistas científicas especializadas o a dirigirse solo a auditorios de especialistas. ¿Debería ser una obligación del científico explicar de modo inteligible su trabajo, más allá de los círculos académicos?

Divulgar es devolver parte de lo que la sociedad nos ha dado. Es una oportunidad de compartir la aventura de descubrir nuevas cosas y de ofrecer nuestra visión de cómo pensar acerca de las grandes y pequeñas cuestiones. La ciencia no sólo es la mejor (y más honesta) forma de acercarse al universo, sino también una forma de mantener el pensamiento crítico. Y mi impresión es que la gran mayoría de la gente quiere saber acerca de células madre, el universo o la inteligencia artificial. Y es importante que esa curiosidad sea estimulada cuanto antes mejor. Y también debería ser más fácil que los científicos con talento para la divulgación tuvieran más oportunidades de acceder a los medios.

Usted tiene la doble titulación en física y en biología. ¿Qué le debe a cada una de ellas en su manera de abordar su investigación?

Las dos áreas son fascinantes. En mi campo, en el que el objetivo es muy a menudo desarrollar una teoría o modelo de un sistema complejo, es bueno tener el bagaje, la intuición y el conocimiento de ciertos detalles que te da la biología. Eso no se aprende en dos días y requiere saber integrar ideas relacionadas con la evolución, la genética, la ecología y otras disciplinas. Por otra parte, el buscar formas nuevas y elegantes de resolver un problema es una parte esencial de la física, que sigue siendo con diferencia la ciencia más avanzada. Combinar la visión adecuada de la biología me permite identificar con claridad cuáles son los problemas interesantes. Con la forma de pensar del físico, abordarlos (a veces de maneras poco ortodoxas) se hace posible y en ocasiones hasta te lleva a algún resultado inesperado. Y entonces surgen nuevas preguntas y el viaje continúa.