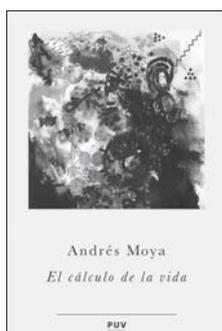


Fascinación por la epigenética

Óscar Barberá



El cálculo de la vida

Andrés Moya

PUV, Colección Prismas n.º 12, 2014, 174 pp.

Comienza el libro del profesor Moya haciendo referencia a la más famosa de las conferencias Rede que anualmente se imparten en la Senate House de la Universidad de Cambridge, la de 1959 titulada «Las dos culturas»: el físico, profesor, escritor y alto funcionario Charles Percy Snow la dedicó a denunciar la brecha existente en el mundo anglosajón entre la cultura humanista y las ciencias, entre intelectuales y científicos, advirtiendo desde el inicio: «El número 2 es un número muy peligroso: a eso se debe que la dialéctica sea un proceso peligroso. Los intentos de dividir cualquier cosa en dos deberían ser vistos con mucho recelo».¹

Pues bien, Andrés Moya ha escrito un libro aguerrido en el que transita plácidamente por cuantos terrenos ha

encontrado entre cualesquiera dos polos bien opuestos: síntesis y análisis, inducción y deducción, ciencias y humanidades, ciencias duras y blandas, simplicidad y complejidad, cualitativo y cuantitativo, indeterminismo y finalismo, holismo y reduccionismo, resiliencia y evolución, fenotipo y genotipo y, sobre todo, contingencia y necesidad. No se trata de un ensayo de ceño fruncido cuya finalidad es encontrar respuestas definitivas a los problemas que plantean estas aparentes contradicciones tantas veces arrastradas de mala gana desde la filosofía hasta la biología –y algunas de ellas desde hace algún tiempo con la dialéctica atascada–. No. La doble condición de Andrés Moya de biólogo y de filósofo, que él mantiene en activo permanentemente, le ha llevado a componer

una especie de divertimento personal, idiosincrásico, que ha tomado la forma de conversación interior sobre su conocimiento profundo acerca de esa enorme complejidad que supone la comprensión de lo que está vivo.

He escrito divertimento, pero debo aclarar que la brevedad del volumen es inversamente proporcional a su ligereza. Su lectura en ningún caso puede calificarse de sencilla, y no es la prosa la responsable de su complicación, sino la dificultad de los conceptos que trata y la profundidad con que los maneja. Pero el esfuerzo paga su recompensa, y es de agradecer que el profesor Moya haya deseado compartir parte de la sabiduría que ha ido atesorando en su prolongada y fructífera carrera de investigador puntero. Su actitud me ha recordado otra más de esas dicotomías, esta traída por David Hume (1711-1776): en un breve escrito de juventud, Hume dividió a la parte elegante de la humanidad, la dedicada a los asuntos de la mente, en instruidos y conversadores: según él, los primeros eran quienes habían elegido para sí la parte más compleja de las operaciones mentales, la que requiere soledad y tiempo para uno mismo, la que nunca experimenta mejora sin que medie una preparación prolongada y un esfuerzo ímprobo; los demás, los conversadores, aquellos naturalmente dotados para el trato social y que disfrutaban exponiendo públicamente, en sociedad, el fruto de sus operaciones mentales. Se quejaba Hume de que en su tiempo ambos grupos se ignorasen entre sí, con el resultado de que los conversadores se daban al palique obligados a

buscar solaz poniendo en liza patrones de comprensión de lo más simple y reflexiones de lo más obvio sobre los detalles más vulgares del mundo que les rodeaba, y todo ello por la misantropía de los eruditos y su desinterés por comunicar públicamente los resultados de su manera profunda de conocer. Afortunadamente, Andrés Moya, comunicador erudito, ha asumido en este libro el papel que se asignó el mismo Hume en su ensayo: ciudadano de los dominios de la erudición, nombrado embajador en los de la conversación.²

Este ensayo denso, fruto de esa conversación fluida entre el filósofo y el biólogo, de la dialéctica del continuo careo del conocimiento y la experiencia del investigador, tiene como objetivo principal evaluar algunas aproximaciones cualitativas de la biología teórica y su capacidad de generar conocimiento sobre la realidad de lo vivo, así como ponderar la valía y aplicabilidad de tal conocimiento. El libro ha sido estructurado en tres partes bien diferenciadas que el autor ha titulado «Biología», «Lógica y computación» y «Célula y evolución», que detallo a continuación.

«Biología» muestra un sesgo, declarado por el autor, en la elección de ensalzar a algunos de los investigadores que han contribuido a la configuración de los conceptos que han acabado por convertir a la vetusta filosofía e historia natural del siglo XIX en la biología moderna del siglo XXI. Elegir como protagonistas a Monod, Jacob, Waddington, von Bertalanffy y Baquero rinde homenaje a quienes fueron algunos de sus campeones de su periodo de forma-

ción; pero el homenaje no se restringe a lo sentimental, pues Andrés Moya pone de relieve que fueron precisamente ellos quienes anticiparon buena parte de los conceptos básicos de las actuales teorizaciones sobre lo vivo. Otro sesgo declarado de la elección del profesor Moya hace referencia al origen de los protagonistas: con la excepción del insoslayable escocés Waddington, todos los demás son originarios de países de la Europa continental, representante español incluido, lo que es muestra de, por una parte, que era posible entonces conseguir notoriedad desde el mundo científico no anglosajón y, por otra, de la enorme dificultad que ello conllevaba y conlleva, muy especialmente desde que la lengua inglesa se ha impuesto, quizás definitivamente, como lingua franca única para la literatura científica. Como bien muestra el libro, son muchas las complejidades de interés que no pueden despacharse sencillamente con 'Simple English', y las barreras que suponen las lenguas que no son las propias hacen que muchos saberes resulten inaccesibles o, incluso, que ni siquiera llegue a considerarse la posibilidad de darles difusión, lo que deja a muchos investigadores de no menos áreas en clara desventaja a la hora de contribuir a esa gran conversación colectiva que sin duda es actualmente la biología.

Una de las respuestas dadas por Andrés Moya a una de las dicotomías mencionadas es eco de un libro suyo anterior, *Evolución*,³ que ofrece a la evolución biológica como lugar natural para superar el síndrome de las dos culturas de Snow—a la vez que devalúa-

por sesgada la posición prominente del editor John Brockman sobre estos asuntos, tachándola de incompleta por anglocéntrica—. Se rinde pleitesía a Fisher, Wright, Haldane, Dobzhansky, Mayr o Lewontin, pero haciendo notar que sus indudablemente valiosas aportaciones a la biología teórica también han contribuido a oscurecer las de Bernard, Bergson, Driesch, Rensch, Lorenz, Canguilhem, entre otros europeos continentales cuyas obras no fueron publicadas mayoritariamente y originalmente en inglés.

Ya desde la misma introducción del libro es patente la fijación del autor por la complejidad, considerada esta como fruto del detalle que la nutre, detalle que en el caso de lo vivo nunca resulta superfluo, ni trivial, ni prescindible. El detalle es considerado a menudo sinónimo de interacción, y de él, de ella, se precisa conocerla con el suficiente grado de realismo siempre que la pretensión sea formular una teoría de lo vivo lo suficientemente madura. Entre las interacciones sobresalientes de lo vivo, esas en las que los accidentes y la aleatoriedad contribuyen sobremanera a la complejidad, el paisaje epigenético formulado por Waddington es la joya de la corona, también en este libro.

La interacción entre los elementos componentes de un sistema es igualmente clave en la teoría de sistemas de von Bertalanffy, pues es origen de las propiedades emergentes que surgen en los tránsitos hacia niveles de complejidad mayores. Esa emergencia trae a colación en esta primera parte del libro las teorías vitalistas tan apreciadas por la escuela francesa, que el profesor

Moya reivindica sin complejos como fuente de conocimiento, y que no considera antagónicas de otros exitosos programas reduccionistas de investigación, como el del mismo François Jacob. Aquí el *élan vital* no supone un abandono del materialismo para caer en brazos de alguna mística de lo vivo, sino la necesidad de demostrar la autonomía, o su falta, de las propiedades emergentes con respecto a las partes componentes de los niveles de los que se postula que emergen. Entre estas propiedades emergentes se señala la principal aportación de la biología a la epistemología, la teoría de la selección natural, así como la aparición de la ética en nuestra especie, dos asuntos de enjundia filosófica más que suficiente como para dejar obsoleto al corpus dominante de la filosofía de la ciencia que en tiempos de Waddington consideraba que la fenomenología de lo vivo era irrelevante. Estoy por apostar que el profesor Moya se sintió decepcionado todas y cada una de las veces que, años atrás, cayó en sus manos ansiosas algún volumen titulado «Filosofía de la ciencia» (a veces «Epistemología», en ocasiones «Historia», pero siempre con «ciencia» en singular, y casi siempre escrito en inglés) para, nada más ojear su índice, comprobar con tristeza que toda la ciencia representada en su interior sólo podía adscribirse a una parte de la física, y bastante limitada. Si bien el profesor Moya se muestra conciliador a lo largo de todo el ensayo en lo referente a la dicotomía entre ciencias y humanidades,⁴ en este primer tercio del libro también deja que se perciba cierta tensión epistemológi-

ca entre ciencias duras y blandas, pero sin dejar de mostrar reconocimiento por el éxito en lo vivo del programa reduccionista, ni de poner esperanza en que su progreso contribuya a resolver lo mucho que aún falta por conocer en lo mental, lo económico y lo social.

Es la segunda parte, «Lógica y computación», la que se dedica a explicar la conveniencia de elegir un lenguaje adecuado para la modelización de lo vivo –especialmente de la célula y sus propiedades abstractas como el aislamiento o el metabolismo–, para describir esa «biología relacional» reclamada por Baquero. Pero aquí, el ideal modelizador no es matemático a la usanza del que tanto éxito ha conseguido en la mecánica newtoniana;⁵ en este contexto, las relaciones sólo son cuantitativas en la medida que una cantidad es expresión de una calidad, de una interacción, de uno de esos múltiples detalles indispensables. Las dificultades inherentes a la complejidad algorítmica necesitada se ponen de manifiesto a la hora de abordar algunos de esos «detalles» omnipresentes en los modelos vivos como puede serlo la aleatoriedad, lo que obliga a hacer concesiones en los rígidos principios fundamentales que con tanta brillantez describió Erwin Schrödinger como método científico.⁶ Cuando el nivel de aleatoriedad del «detalle» que se pretende representar exige del algoritmo una complejidad de un orden similar a la del propio detalle, aparece la no comprensibilidad, y aquí resulta muy iluminadora la disquisición que sobre el conocimiento, sus características, sus tipos y los métodos de conse-

guirlo planteó hace ya un tiempo Jorge Wagensberg.⁷ Su tipificación del conocimiento científico y del conocimiento artístico, y sus respectivos análisis, arrojan luz sobre esos proyectos de generación de conocimiento que describimos con ese trazo tan grueso como ciencias o humanidades, artes incluidas. No es aquí lugar para discutir la propuesta de Wagensberg, pero sí para reconocer su utilidad la hora de identificar que, en el fondo, la reclamación de que sean la lógica y la computación los lenguajes apropiados para el estudio de la complejidad biológica, exige una relajación del principio de objetividad del método científico arquetípico del programa reduccionista. Por supuesto, no en el sentido que haría feliz al relativista cultural; no se trata de reducir el espacio entre mente y materia para permitir cierto involucramiento del pensador, del mismo científico, en lo pensado. No, no es ahí donde se relaja el principio de objetivación; donde se da entrada a cierta subjetividad, restringida y controlada, es en la elección por parte del investigador del nivel y la calidad del «detalle», de la interacción, que debe elegir representar para intentar reducir parcialmente, comprimir, comprender, un objeto, algo vivo, cuya complejidad es tan enorme que resulta razonable pensar que ningún proyecto de representación científica pueda resultar exitoso. Y una segunda rendija a la subjetividad es precisamente la que resuelve el profesor Moya, pues se trata de que el investigador debe elegir el lenguaje para esa representación, de nuevo de manera restringida y controlada, pero con más grados de libertad

que los que impone la matematización a esa ciencia tan cuantitativa, tan dura, que su comprensión exige, además de reducción y universalidad, infalibilidad en la predicción. Estas concesiones no constituyen una renuncia definitiva a la inteligibilidad de lo vivo en sus niveles de complejidad más altos, sino una salida al atasco que supone empecinarse en una empresa analítica a la que reconocemos una complejidad inoperable, independientemente de que sea debida a su naturaleza o a nuestra impericia. Aporta y examina esta parte del libro dos ejemplos de aplicación de la lógica y la computación: el conocido autómatas celular *Life*, y el no tan conocido modelo teórico de la *Química algorítmica*, capaz de generar espontáneamente sistemas auto-mantenidos conocidos como «estructuras gramáticas». Es notable comprobar que también en estos modelos que evocan comportamientos de la fenomenología biológica, son los niveles intermedios de interacción mejores a la hora de procurar propiedades emergentes a partir de las reglas simples con que operan, algo así como una confirmación de la peligrosidad del número 2, de la esterilidad que supone aferrarse en el mundo de lo vivo a cualquiera de los extremos de las dicotomías que se discuten en este ensayo.

La tercera parte, «Célula y evolución», muestra la situación actual de la investigación teórica sobre estos dos niveles de complejidad fundamentales de la biología. Se repasan sus propiedades vitales básicas, esas interacciones o «detalles» que impiden que la propiedad biunívoca sea protagonista

en el tránsito entre niveles de complejidad, esas mismas que hacen sentir que la linealidad del neodarwinismo para explicar el cambio evolutivo, o de la conversión de genotipo en fenotipo de la genética clásica, resulta insuficiente. En el repaso sólo he echado de menos alguna referencia a la redundancia, uno de esos detalles de lo vivo responsables de la emergencia de propiedades notables en diversos niveles como lo es la resiliencia, pero no debe juzgarse como descuido pues no había pretensión de exhaustividad en el autor. El profesor Moya se ha inclinado aquí, de nuevo, más por la calidad que por la cantidad, y se ha ocupado muy especialmente de las relaciones entre los espacios genotípicos y fenotípicos, en donde la epigenética rompió definitivamente la subordinación entre ambos espacios, de los que ahora sabemos, por ejemplo, que los fenotipos no se limitan a actuar sobre la frecuencia de los genotipos, o que las novedades genotípicas no siempre son causa del concurso exclusivo del azar. Aquí es donde Andrés Moya pone la parte del león de su ensayo, intentando equilibrar la capacidad explicativa de la aparente dicotomía entre contingencia y necesidad en el pensamiento biológico actual, claramente inclinado del lado del azar. Lewontin planteaba en los albores de la revolución biotecnológica⁸ una paradoja epistemológica que esperaba que pudiese resolverse gracias al avance de las técnicas de la biología molecular, del que presagiaba que haría realidad la posibilidad de medir la variación genotípica oculta y de develar sus mecanismos de mantenimiento

en los fenotipos. No hay duda de que su presagio se ha cumplido en gran medida, y la ingente información acumulada desde entonces ha revelado nuevas complejidades que cada vez arrojan más dudas sobre la conveniencia de seguir persiguiendo la linealidad en estos procesos; no se niega que la complejidad sea convergente,⁹ que los fenotipos sean más complejos que los genotipos, pero la causación de las interacciones entre ambos espacios sabemos ahora que es multinivel, y eso lo cambia todo.

Me resulta difícil asegurarlo, pero me atrevo a proponer que esta es precisamente la causa eficiente de la existencia en biología de la dicotomía entre los análisis reduccionista y no reduccionista, de las marcadas diferencias epistemológicas entre programas de investigación como los de Evelyn Fox-Keller y los de John Dupré.¹⁰ En esta última parte del libro se muestran los principales problemas y limitaciones de estos enfoques, así como las aportaciones de las recién llegadas biología de sistemas y biología sintética¹¹ a la computación de una célula o a la discusión sobre el progreso biológico, dos de los puntos calientes de la complejidad en biología.

La parte final del libro señala como salida el recurso a la síntesis sin menosprecio a la capacidad del análisis, pero siempre que se emplee para algo más que para señalar deficiencias en el programa reduccionista. Se confía en que pueda contribuir a ello la biología de sistemas y su objetivo de computar lo vivo «in silico», pudiendo así comparar sus resultados con sistemas biológicos

de referencia, comparaciones que servirían de base a nuevos refinamientos de la computación, superando así barreras ontológicas que frenan el avance de lo que ansiamos conocer.

Esta realidad empírica de la biología de sistemas, quizás epistemológicamente poco refinada y un tanto pedestre en su proceder, es la que propone el profesor Moya como principal responsable de convertir en realidad el sueño de Goethe:¹² hacer converger las tradiciones analíticas y sintéticas¹³ para comprender al organismo vivo en su totalidad.

A manera de síntesis, el ensayo de Andrés Moya muestra su intimidad como pensador, la tensión que padece en sus tránsitos entre determinismo e indeterminismo: determinismo que le permite hacer inteligible una complejidad y mejorar la descripción de su objeto de estudio, pero que entra en crisis cuando la complejidad se le hace ininteligible, momento en el que recurre al indeterminismo para procurar progreso en el conocimiento. El investigador indeterminista es el científico creador que se fija la meta de hacer inteligible la complejidad, y que entra en crisis cuando lo consigue, si bien disfruta entonces de su otro yo determinista que se dedica a aplicar la complejidad reducida, tenazmente, hasta que indefectiblemente tropieza con un nuevo filón de ininteligibilidad y entra de nuevo en crisis en su ciclo.

La dialéctica entre creación y aplicación es por tanto el meollo del ensayo, que muestra la satisfacción del profesor Moya por todo el saber que su carrera le ha permitido reunir, a la vez

que su insatisfacción por la simpleza que aprecia en él a la hora de resolver su principal interés: el florecimiento de la complejidad. Desconozco si el profesor Moya es consciente de ello, pero en aplicación estricta de los principios que sobre la generación de conocimiento expone Wagensberg, se trata de un gran artista.

NOTAS

1. Charles Percy Snow, 1959, «The Two Cultures and the Scientific Revolution», en: *Public Affairs*, London, MacMillan, 1971, p. 18. Hay traducción al español: *Las dos culturas y un segundo enfoque*, Madrid, Alianza, 1977.
2. David Hume, 1742, «Onessaywriting», en: *Essays, Moral, Political, and Literary* (Eugene F. Miller, ed.), Indianapolis, Liberty Fund, 1987 (<http://oll.libertyfund.org/titles/704>).
3. Andrés Moya, 2010, *Evolución. Puente entre las dos culturas*, Pamplona, Laetoli (colección Las dos culturas, n° 15).
4. Las posturas conciliadores entre las «dos culturas» han venido siendo ejercicio común desde el mismo momento en que se formuló la dicotomía, si bien las tensiones denunciadas están lejos de haber sido superadas, especialmente en campos como la educación o la misma filosofía. Valga para ilustrar estos múltiples intentos dos recientes de muy distinto origen: *The Meaning of Human Existence*, de Edward O. Wilson (Nueva York, Liveright, 2014, 208 páginas), y *Un velero bergantín*, de Luis García Montero (Madrid, Visor, 2014, 169 páginas).
5. Ejemplos de esos modelos con ideales matemáticos pueden verse en ejercicios de simulación de dinámicas reales de evolución y extinción de especies, como por ejemplo: M.E.J. Newman y B.W. Roberts, 1995, «Mass-extinction: Evolution and the effects of external influences on unfit species». *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 260, pp. 31-37, o B. W. Roberts y M. E. J. Newman, 1996, «A model for evolution and extinction». *Journal of Theoretical Biology*, 180 (1), May 1996, pp. 39-54.
6. Erwin Schrödinger, 1958, *Mente y materia*, Barcelona, Tusquets, 1983 (colección Metatemáticas n° 2). Una versión actualizada, y formal, de estos principios, se pueden leer en el reciente trabajo de Jorge Wagensberg,

- 2014, «On the Existence and Uniqueness of the Scientific Method», *Biological Theory*, 9 (3), pp. 331-346.
7. Jorge Wagensberg, 1998, «Ciencia, arte y revelación», en: *Ideas para la imaginación impura. 53 reflexiones en su propia sustancia*, Barcelona, Tusquets (colección Metatemas n° 54), pp. 83-93. El mismo autor ha revisitado estas ideas recientemente en su último libro de 2014, *El pensador intruso. El espíritu interdisciplinario en el mapa del conocimiento*, Barcelona, Tusquets (colección Metatemas n° 129).
 - 8.- Richard C. Lewontin, 1974, *The Genetic Basis of Evolutionary Change*, Nueva York, Columbia University Press, pp. 20-23.
 9. Un origen para esa convergencia puede encontrarse en el teórico «muro de mínima complejidad» postulado por Stephen J. Gould en su artículo «La evolución de la vida en la Tierra», *Investigación y ciencia*, diciembre de 1994, n° 219, p. 56.
 10. Expuestas en *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*, 2010 (Francisco J. Ayala y Robert Arp, eds.), Chichester, UK, Wiley-Blackwell, páginas 13-47.
 11. La indudable actualidad de esta tecnología de los «BioBriks» se pone de manifiesto por la atención que le prestan revistas no especializadas: Michael Specter, «A Life of Its Own. Where will synthetic biology lead us?», *The New Yorker-Annals of Science*, September 28, 2009 Issue, o, Nicola Twilley, «Synthetic Life After G.M.O.s», *The New Yorker*, December 5, 2014 Issue.
 12. Otros siguen trabajando con denuedo para quitarle definitivamente el sueño a Goethe, pero no les auguro éxito. Uno de los últimos intentos de reduccionismo radical es la «Constructor Theory of Life» de Chiara Marletto (arXiv:1407.0681v2 [physics.bio-ph] 4 Nov 2014).
 13. Una culta, y divertida, historia de esta dicotomía epistemológica puede leerse en el libro de 1986 del recién desaparecido geólogo e historiador de la evolución biológica australiano David Roger Oldroyd: *El arco del conocimiento. Introducción a la historia de la filosofía y metodología de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1993.

.....
 ÓSCAR BARBERÁ es profesor de Didáctica de la Biología en la Universitat de València.