

Determinismo e Indeterminismo: De la Biología a la Filosofía

Claudia E. Vanney – Juan Francisco Franck
Instituto de Filosofía, Universidad Austral

El indeterminismo fue introducido en las explicaciones biológicas dentro del contexto de los fenómenos complejos y de los procesos de auto-organización [1-3]. Pero ¿la complejidad biológica implica necesariamente una visión indeterminista? La contingencia del mundo biológico, cuyos fenómenos poseen tanto una componente estocástica como una causal, involucra una diversidad de niveles de complejidad. Así, en la actualidad, una de las cuestiones con mayor relevancia desde un punto de vista metodológico y epistemológico para la filosofía de la biología es comprender la determinación e indeterminación que caracterizan la organización de los seres vivos dentro del contexto de la complejidad.



Las leyes dinámicas que describen la evolución temporal de un sistema físico brindan una comprensión insuficiente del viviente. Pues los procesos biológicos, a diferencia de los procesos mecánicos, no se encuentran completamente determinados si se conocen únicamente las ecuaciones dinámicas y sus condiciones iniciales. Pero ¿la física y la biología entienden el determinismo y el indeterminismo de la misma manera? Si en el ámbito más restringido de la física no existe una formulación única para el determinismo, la situación se torna aún más difícil cuando se estudian los seres vivos.

En la segunda mitad del siglo XX estuvo en auge el programa reduccionista, que aspiró a reducir todas las teorías científicas a una única considerada como fundamental. Sin embargo, dentro de este programa es posible distinguir reduccionismos diversos: el reduccionismo semántico (el lenguaje del campo científico reducido se traduce al lenguaje del reductor), el reduccionismo interteórico (las leyes de la teoría reducida se deducen de la teoría reductora), el reduccionismo metodológico (el método privilegiado es el de la teoría reductora) [4]. Además, estos reduccionismos pueden sustentarse desde un reduccionismo ontológico, que considera que la teoría reductora contiene el dominio de la realidad de la teoría reducida.



Debido a algunos casos “exitosos” de reducción en el ámbito de la física, en diversas ocasiones el reduccionismo fue asumido de manera acrítica. La reducción de la termodinámica a la mecánica estadística es un caso paradigmático [5]. Sin embargo, aun estos

casos “exitosos” siguen presentando problemas abiertos: la termodinámica contiene leyes fundamentales que no son t-invariantes, mientras que las leyes fundamentales de la mecánica estadística son t-invariantes: ¿cómo recuperar la irreversibilidad con teorías reversibles o cómo adecuar la imagen de un mundo irreversible dentro de un mundo reversible? [6, 7]. La mecánica cuántica es también ejemplificadora: la complejidad del problema de decoherencia muestra que recuperar la mecánica clásica desde la mecánica cuántica implica algo más que la mera aplicación de un límite matemático [8, 9].

Los ejemplos mencionados de la física se podrían limitar a reducciones interteóricas, en cuanto refuerzan el ideal de una unificación de la ciencia basado en una organización jerárquica de las teorías científicas. Se aspiraría así a encontrar la teoría fundamental desde la que fuera posible deducir las leyes de las otras teorías científicas. Sin embargo, las propuestas reduccionistas muchas veces no se circunscriben sólo al ámbito de la filosofía de la ciencia, sino que adquieren también alcances ontológicos. El fisicalismo, por ejemplo, es una tesis metafísica concebida a inicios del siglo XX. Para los fisicalistas las propiedades físicas determinan por completo toda la realidad, incluidos los vivientes [10]. Sin embargo, a pesar del fuerte impulso que tuvo el programa reduccionista en las últimas décadas del siglo pasado, muchos científicos y filósofos de la biología hoy piensan que no es posible reducir las explicaciones de la biología a las de la física [11, 12]. Así, a diferencia de quienes sostienen que las disciplinas que estudian los niveles elementales de la materia son las más fundamentales, diversos autores afirman que se requiere una combinación de disciplinas y de aproximaciones teóricas diversas para abordar los problemas que ofrece la complejidad biológica [13].



Por otra parte, los avances de la biología molecular también condujeron a nuevos planteamientos reduccionistas, que aspiraron a reducir todas las explicaciones biológicas al ámbito de la biología molecular. El reduccionismo genético clásico, como el de Monod, abrió las puertas a perspectivas indeterministas en la biología al introducir el azar en sus diferentes instancias, como generador de variedad, como mecanismo evolutivo, etc. [14]. Sin embargo, para el determinismo genético posterior los genes determinan por completo la morfología y el comportamiento de los fenotipos [15]. Se originaron de este modo una serie de discusiones acerca de la relación que existe entre la microevolución y las macroevolución Sin embargo, así como no existen leyes de la biología que puedan ser reducidas a leyes de la biología molecular, tampoco los genes y el ADN logran satisfacer los criterios de reducción de un modo adecuado. Actualmente no faltan biólogos antirreduccionistas que consideran a las explicaciones de la macrobiología

apropiadas y lo suficientemente autónomas como para no requerir ser corregidas, completadas o sustentadas por explicaciones a nivel molecular [16, 17].

Otra respuesta al reduccionismo genético provino del emergentismo [18-20], que reconoce la existencia de propiedades holísticas no deducibles desde las partes del organismo. Las consideraciones emergentistas utilizan la noción de causalidad hacia abajo (*top-down* o *downward*) para indicar la capacidad selectiva de los organismos complejos respecto a algunas propiedades de sus partes constitutivas [21-23]. A pesar de haber sido cuestionada la posibilidad de que exista una teoría de la causalidad que logre evitar el dualismo [24, 25], la noción de causalidad hacia abajo fue aplicada en el contexto de la complejidad para superar el reduccionismo neurobiológico [26]. Pero las aproximaciones emergentistas no siempre admiten la existencia de una causalidad no física, pues también se encuentran autores emergentistas que proponen una causalidad reduccionista [27-29].



En la biología contemporánea en general, y en la genética en particular, el concepto de información desempeña un importante papel [30]. El gen ha sido considerado la unidad de información fundamental, aunque en las últimas décadas también se han incluido nuevas unidades de información. Los científicos han descubierto que la información almacenada en el genoma está regulada en gran medida por factores epigenéticos [31]. Ante esto cabría preguntarse si los factores epigenéticos abren nuevamente un espacio a la indeterminación, dentro del contexto del determinismo genético. Las aproximaciones epigenéticas no ignoran los componentes genéticos de la innovación -como las variaciones genéticas o el gen regulador de la evolución-, pero las asumen como consideraciones siempre presentes en el contexto de trabajo, a la vez que se concentran en intentar explicar los mecanismos que subyacen en la generación de novedades [32, 33]. Actualmente el paradigma epigenético es mayoritariamente aceptado aunque persisten discusiones acerca de su alcance. Sin embargo, aún no se tiene un modelo explicativo que pueda dar cuenta de la dinámica del sistema como un todo de un modo preciso [34, 35].

Además de reabrir las cuestiones relativas a la evolución y a la estructura de los sistemas biológicos, la biología contemporánea se interesó también por el desarrollo biológico. Las consideraciones evolutivas [36-38], sistémicas [39-42] y organizacionales [43-45] de la complejidad biológica ofrecieron así nuevas perspectivas para el estudio de las funciones orgánicas. Estos enfoques permiten considerar las teorías evolutivas no sólo a la luz de la biología molecular, sino que también ponen de manifiesto la necesidad de considerar los mecanismos involucrados en el desarrollo y la auto-organización de los vivientes [46]. Pero

¿qué supuestos epistemológicos asume cada una de estas perspectivas y cómo afecta esta diversidad a la unidad de la biología? Esta cuestión no resulta indiferente para el estudio del tema que nos ocupa, porque cada una de ellas abre nuevos espacios a una comprensión indeterminista de los vivientes.



La consideración de una dimensión estocástica a nivel microscópico junto con una determinación funcional de las partes y del sistema a nivel macroscópico abrió el camino al surgimiento de las perspectivas sistémicas [47], que aplicaron la teoría de sistemas al estudio de los vivientes [48, 49]. El desarrollo se produce a través de la selección de ciclos auto-catalíticos en ciertas configuraciones de procesos, los cuales organizan de forma competitiva el sistema cuando los recursos se vuelven limitados. El desarrollo biológico coordina así la diferenciación de las partes constitutivas del sistema y su contribución al funcionamiento del organismo de un modo peculiar. Como la biología del desarrollo considera minuciosamente las redes de flujo y las relaciones jerárquicas que definen un sistema, así como su contexto, toda la causalidad no aleatoria resulta del desarrollo. Desde este punto de vista, una causalidad hacia abajo –bajo la forma de restricciones organizacionales o informacionales- parecería predominar en los sistemas maduros, pues en ellos el funcionamiento depende en menor medida de las partes constitutivas de los niveles inferiores [3, 50].

Ahora bien, ¿en qué medida los procesos evolutivos contingentes pueden referir a un Dios creador y providente? Por una parte, el origen de la vida continúa siendo un misterio profundo. En la actualidad existen una diversidad de teorías, junto con una gran divergencia de opiniones entre los científicos [51-54]. El mayor problema que deben afrontar las explicaciones del surgimiento de la vida es que incluso los seres vivos más simples son tremendamente complejos. La emergencia de la materia viva a partir de una materia inanimada es, probablemente, el ejemplo más importante de las capacidades de auto-organización de los sistemas físicos [55]. Por otra parte, si se asume una providencia divina ¿qué interpretación correspondería a una generación de la diversidad biológica a través de procesos estocásticos? Diversas cuestiones de la biología contemporánea –como la auto-organización, la indeterminación, la causalidad hacia abajo y la comunicación de la información- parecen abrir, para algunos autores, caminos promisorios para concebir una actuación divina no intervencionista en la historia evolutiva, pues esta actuación no violaría las leyes de la naturaleza [56-58].

Bibliografía

1. Bechtel, W., *Mechanism and Biological Explanation*. Philosophy of Science, 2011. **78**(4): p. 533-557.
2. Bechtel, W. and A. Abrahamsen, *Complex biological Mechanism: Cyclic, Oscillatory, and Autonomous*, in *Handbook of the Philosophy of Science. Philosophy of Complex Systems*, C. Hooker, Editor. 2011, Elsevier: North-Holland. p. 257-285.
3. Coffman, J.A., *On causality in nonlinear complex systems: The developmentalist perspective*, in *Handbook of the Philosophy of Science. Philosophy of Complex Systems*, C. Hooker, Editor. 2011, Elsevier: North-Holland. p. 287-310.
4. Sklar, L., *Theory reduction and theory change*. 2000, New York: Garland.
5. Nagel, E., *The reduction of theories*, in *The structure of science*. 1974, Routledge: London. p. 336-387.
6. Prigogine, I., *From being to becoming: Time and complexity in the physical science*. 1980, New York: Freeman and Company.
7. Castagnino, M., M. Gadella, and O. Lombardi, *Time's Arrow and Irreversibility in Time-Asymmetric Quantum Mechanics*. International Studies in the Philosophy of Science, 2005. **19**(3): p. 223-243.
8. Castagnino, M., R. Laura, and O. Lombardi, *A General Conceptual Framework for Decoherence in Closed and Open Systems*. Philosophy of Science, 2007. **74**(5): p. 968-980.
9. Castagnino, M., et al., *A general theoretical framework for decoherence in open and closed systems*. Classical and Quantum Gravity, 2008. **25**(15).
10. Neurath, O., *Physicalism*. The monist, 1931. **41**: p. 618-623.
11. Dupré, J., *It is not possible to reduce biological explanations to explanations in chemistry and/or Physics*, in *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*, F. Ayala and R. Arp, Editors. 2010, Wiley-Blackwell: Oxford. p. 32-47.
12. Keller, E.F., *It is possible to reduce biological explanations to explanations in chemistry and/or Physics*, in *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*, F. Ayala and R. Arp, Editors. 2010, Wiley-Blackwell: Oxford. p. 19-31.
13. Folguera, G., *Enfoques y desenfoces de los programas de investigación de la biología evolutiva del desarrollo*. Ludus Vitalis, 2011. **XIX**(35): p. 325-331.
14. Monod, J., *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. 1970, Paris: Editions du Seuil.
15. Dawkins, R., *El gen egoísta*. 1993, Barcelona: Salvat Editores.
16. Rosenberg, A., *Reductionism (and antireductionism) in biology*, in *The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology*, D.L. Hull and M. Ruse, Editors. 2007, Cambridge University Press: Cambridge. p. 120-138.
17. Wolfe, C.T., *Chance between holism and reductionism: tensions in the conceptualisation of Life*. Prog Biophys Mol Biol, 2012. **110**(1): p. 113-20.

18. Nagel, T., *What Is It Like to Be a Bat?* *The Philosophical Review*, 1974. **83**(4): p. 435-450.
19. Margolis, J., *Emergence*. *Philosophical Forum*, 1986. **17**: p. 271-95.
20. Clyton, P. and P. Davies, eds. *The Re-Emergence of Emergence. The Emergentist Hypothesis from Science to Religion*. 2006, Oxford University Press: Oxford.
21. Campbell, D.T., *Downward Causation in Hierarchically Organized Biological Systems*, in *Studies in the Philosophy of Biology*, F.J. Ayala and T. Dobzhansky, Editors. 1974, University of California Press: Berkeley.
22. Sperry, R., *Mentalist monism: consciousness as a causal emergent of brain processes*. *Behavioral and Brain Sciences*, 1978. **1**(03): p. 365-367.
23. Van Gulick, R., *Who's in Charge Here? And Who's Doing All the Work?*, in *Mental Causation*, J. Heil and A.R. Mele, Editors. 2003, Clarendon Press: Oxford. p. 233-256.
24. Kim, J., *Causation and mental causation*, in *Contemporary Debates in Philosophy of Mind*, M. P. and J. Cohen, Editors. 2007, Blackwell: Oxford. p. 227-242.
25. Gazzaniga, *Who's in Charge? Free Will and the Science of the Brain*. 2011, New York: Harper Collins.
26. Murphy, N., G.F.R. Ellis, and T. O'Connor, eds. *Downward Causation and the Neurobiology of Free Will*. 2009, Springer: Berlin-Heidelberg.
27. Bunge, M., *Emergence and the mind*. *Neuroscience*, 1977. **2**(4): p. 501-509.
28. Bunge, M., *Emergence and Convergence. Qualitative Novelty and The Unity of Knowledge*. 2003, Toronto: University of Toronto Press.
29. Searle, J., *The rediscovery of the Mind*. 1992, Cambridge-MA: MIT Press.
30. Godfrey-Smith, P. and S. Kim, *Biological information*, in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E.N. Zalta, Editor 2008.
31. Latchman, D.S., *Gene control*. 2010, New York-Abingdon: Garland Science.
32. Müller, G.B., *Epigenetic Innovation*, in *Evolution. The Extended Synthesis*, M. Pigliucci and G. Müller, Editors. 2010, MIT Press: Cambridge-MA. p. 307-332.
33. López-Moratalla, N. and M. Cerezo, *The self-construction of a living organism*, in *Information and Living Systems: Philosophical and Scientific Perspectives*, G. Terzis and R. Arp, Editors. 2011, MIT Press: Cambridge-MA.
34. Madhani, H.D., et al., *Epigenomics: A Roadmap, But to Where?* *Science*, 2008. **322**(5898): p. 43-44.
35. Ptashne, M., O. Hobert, and E. Davidson, *Questions about the scientific basis of epigenome project*. *Nature*, 2010. **25**(464): p. 487.
36. Wright, L., *Functions*. *The Philosophical Review*, 1973. **82**(2): p. 139-168.
37. Perlman, M., *Changing the Mission of Theories of Teleology: Do's and Don't's for Thinking About Function*, in *Functions in Biological and Artificial Worlds*:

- Comparative Philosophical Perspectives*, I. Krohs and P. Kroes, Editors. 2009, MIT Press: Cambridge-MA. p. 17-36.
38. Arp, R., *Evolution and Two Popular Proposals for the Definition of Function*. Journal for General Philosophy of Science, 2007. **38**(1): p. 19-30.
 39. Cummins, R., *Functional Analysis*. The Journal of Philosophy, 1975. **72**(20): p. 741-765.
 40. Craver, C.F., *Role Functions, Mechanisms, and Hierarchy*. Philosophy of Science, 2001. **68**(1): p. 53-74.
 41. Huang, S. and J. Wikswo, *Dimensions of Systems Biology*. Reviews of Physiology, Biochemistry & Pharmacology, 2006. **157**: p. 81-104.
 42. Cummins, R., *Neo-teleology*, in *Philosophy of Biology. An Anthology*, A. Rosenberg and R. Arp, Editors. 2010, Wiley-Blackwell: Oxford. p. 164-174.
 43. Christensen, W.D. and M.H. Bickhard, *The Process Dynamics of Normative Function*. The Monist, 2002. **85**(1): p. 3-28.
 44. Artiga, M., *Re-Organizing Organizational Accounts of Function*. Applied Ontology, 2011. **6**: p. 105-124.
 45. Saborido, C., M. Mossio, and A. Moreno, *Biological Organization and Cross-Generation Functions*. The British Journal for the Philosophy of Science, 2011. **62**(3): p. 583-606.
 46. Bertolaso, M., *The neoplastic process and the problems with the attribution of function*. Rivista di Biologia/Biology Forum, 2009. **102**: p. 245-249.
 47. Boogerd, F.C., et al., eds. *Systems Biology: Philosophical Foundations*. 2007, Elsevier: Amsterdam.
 48. Von Bertalanffy, L., *The Theory of Open Systems in Physics and Biology*. Science, 1950. **111**(2872): p. 23-29.
 49. Von Bertalanffy, L., *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. 1986, México: Fondo de Cultura Económica.
 50. Bertolaso, M., *Epistemology in life sciences. An integrative approach to a complex system like cancer*. Ludus Vitalis, 2011. **XIX**(36): p. 245-249.
 51. Haldane, J.B.S., *The origin of life*. Rationalist Annual, 1929. **3**: p. 3-10.
 52. Bada, J.L., *How life began on Earth: a status report*. Earth and Planetary Science Letters, 2004. **226**(1-2): p. 1-15.
 53. Peretó, J., *Controversies on the origin of life*. International Microbiology, 2005. **8**: p. 23-31.
 54. Lane, N., J.F. Allen, and W. Martin, *How did LUCA make a living? Chemiosmosis in the origin of life*. Bioessays, 2010. **32**(4): p. 271-80.
 55. Davies, P., *Teleology Without Teleology: Purpose through Emergent Complexity*, in *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives in Divine Action*, R.J. Russell, W.R. Stoeger, and F.J. Ayala, Editors. 1998, Vatican Observatory Publication: Vatican City. p. 151-162.

56. Russell, R.J., *Special Providence and Genetic Mutation: A New Defense of Theistic Evolution*, in *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives in Divine Action.*, R.J. Russell, W.R. Stoeger, and F.J. Ayala, Editors. 1998, Vatican Observatory Publication: Vatican City. p. 191-224.
57. de Asúa, M., *De Cara a Darwin. La Teoría de la Evolución y el Cristianismo*. 2009, Buenos Aires: Lumen.
58. Barbour, I.G., *Five Models of God and Evolution*, in *Philosophy, Science and Divine Action*, F.L. Shults, N. Murphy, and R.J. Russell, Editors. 2009, Brill: Boston. p. 17-51.

Modo de citar este artículo: Vanney, Claudia E. y Franck, Juan F. [en línea], "Determinismo e Indeterminismo: De la Biología a la Filosofía" (2013), www.austral.edu.ar/filosofia-deteind/determinismo-e-indeterminismo-de-la-biologia-a-la-filosofia/ [fecha de última consulta].