

# LA ROBÓTICA EVOLUTIVA COMO EPISTEMOLOGÍA EXPERIMENTAL NATURALIZADA\*

Xabier E. Barandiaran

[barandi@sf.ehu.es](mailto:barandi@sf.ehu.es)

Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea

Dpto. de Lógica y Filosofía de la Ciencia, FICE, UPV-EHU

Avda. de Tolosa nº 70, 20018 Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa

## Epistemología naturalizada, epistemología experimental y neurociencia

La fascinación que suscita la posibilidad de explorar los fundamentos del conocimiento en la riqueza empírica del sistema nervioso cuenta con Warren McCulloch como uno de sus principales exponentes. El crisol cibernético en el que, durante la década de los 30 y 40, se forjaron la teoría de la información, la teoría de sistemas, la robótica biológicamente inspirada y gran parte de los fundamentos de la neurociencia actual dio también lugar a un programa de investigación que McCulloch bautizó como “epistemología experimental”: una teoría fisiológica del conocimiento a partir de los mecanismos neurobiológicos que los sustentan (y su reproducción en artefactos diseñados a partir de las hipótesis desarrolladas en el dominio empírico).

La importancia filosófica de naturalizar la epistemología fue recalcada por Quine (1969) años más tarde. El giro naturalista propuesto por Quine viene de la mano del reconocimiento del fracaso del programa epistemológico del empirismo-lógico que buscaba fundamentar el conjunto del conocimiento sobre la base de enunciados observacionales, la lógica y la teoría de conjuntos. La psicología se muestra, así, como el relevo más legítimo del programa epistemológico tradicional, subsumiendo la epistemología en la ciencia y viceversa. Sin embargo el auge del funcionalismo representacionista (junto a la *folk psychology*, la IA de corte simbólico, la gramática generativa de Chomsky, etc.) durante la década de los 70 y los 80 eclipsó el punto de encuentro entre la epistemología experimental (en

---

\* Copyright © 2004 Xabier E. Barandiaran, COPYLEFT: Se otorga permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, Versión 1.2 o cualquier otra versión posterior publicada por la Free Software Foundation; sin secciones invariantes, sin cubierta frontal, sin cubierta posterior. Una copia de esta licencia puede encontrarse en: <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>.

sentido neurobiológico) y la epistemología naturalizada. Un punto de encuentro que revive ahora en el contexto de los significativos avances en neurociencia cognitiva que reclaman algunos autores como nuevo fundamento para la epistemología naturalizada (Churchland, 2002).

Sin embargo sobre esta tarea pesa aún un problema fundamental señalado por Kim (1988), a saber, el problema de insertar la normatividad en una epistemología que se reclama experimental.

## Tres alternativas de naturalización de la normatividad

Para salvar la dificultad de naturalizar la normatividad epistémica o cognitiva existen al menos tres alternativas (no necesariamente excluyentes). La primera buscaría naturalizar la normatividad en la historia evolutiva (de selección) de los mecanismos cognitivos (Millikan 1986): la función normativa de un mecanismo es aquella por la cual ese mecanismo ha sido evolutivamente seleccionado. Una segunda alternativa de naturalización viene de la mano de la categorización de los seres vivos (y por extensión los seres cognitivos) como sistemas autónomos<sup>1</sup>. En este caso la funcionalidad viene naturalizada como contribución al automantenimiento del sistema (cuya naturaleza alejada del equilibrio exige un automantenimiento activo) y una función es normativa si el resto de los componentes del sistema dependen dinámicamente de esa función para realizar la suya y asegurar así la estabilidad del sistema como un todo (Christensen & Bickhard 2001). Esta alternativa de naturalización exigiría analizar los procesos neurocognitivos en términos de su contribución a las necesidades termodinámicas del organismo. Por último el sistema nervioso (entendido como sistema dinámico complejo) genera sus propios mecanismos regulatorios (sistema de valores, condiciones de estabilidad sináptica, etc.) que pueden ser considerados como máximas normativas *de facto*.

Sin embargo el nivel de abstracción de estas propuesta queda demasiado lejos del nivel experimental que hoy en día ofrecen las neurociencias. Resulta difícil entrever procedimientos o

---

<sup>1</sup> Sistemas alejados del equilibrio y recursivamente automantenidos.

métodos mediante los que conectar una fundamentación de la normatividad con la práctica científica empírica. La dificultad fundamental radica en la integración de los datos experimentales neurobiológicos y en la experimentación empírica con procesos cognitivos sensomotores completos (y no meras correlaciones estímulo-activación neuronal) y situados en entornos adaptativos naturales. Igualmente difícil resulta el estudio de la interacción cognitiva a la luz de su historia evolutiva ya que apenas se conservan detalles neurobiológicos de sistemas neuronales (y más difícil aún resulta poner éstos en relación a las conductas cognitivas que en su tiempo generaran).

## La robótica evolutiva como alternativa metodológica experimental

La robótica evolutiva (Harvey *et al.*, 2004; Nolfi & Floreano, 2000) recoge modelos matemáticos de la neurociencia computacional, los inserta en cuerpos y entornos físicamente simulados y hace evolucionar los parámetros neurobiológicos de dichos modelos utilizando como función de optimización la satisfacción de una tarea cognitiva mínima. El resultado es un agente cognitivo simulado pero situado en un entorno sensomotor y cuyos mecanismos de control neuronal (redes recurrentes y dinámicas) son capaces de producir conductas cognitivas. El acceso a la historia evolutiva digitalmente almacenada y la experimentación exhaustiva y análisis dinámico del conjunto de variables y parámetros que constituyen el modelo simulado hace de la robótica evolutiva una herramienta irrenunciable para explorar las propuestas naturalizadoras de la normatividad epistémica anteriormente señaladas en un contexto experimental riguroso. En concreto la robótica evolutiva permite explorar la naturaleza no-lineal e interactivamente corporizada de la dinámica neuronal (a diferencia de los estudios de neurociencia teórica más centrados en la búsqueda de correlaciones estadísticas) que producen los fenómenos cognitivos<sup>2</sup>. El análisis dinámico de la conducta cognitiva permite descubrir

---

<sup>2</sup> Los trabajos analizados en Harvey *et al.* (2004) y Nolfi & Floreano (2000) permiten, lejos aún de reproducir las capacidades cognitivas humanas, replantear una serie de cuestiones fundamentales sobre la relación entre agente y entorno, autoorganización neurodinámica o readaptación epigenética con consecuencias relevantes para aspectos fundamentales de una epistemología naturalizada que aspire a naturalizar la normatividad.

las constricciones dinámicas (genéticas y autoorganizativas) que definen la normatividad en modelos epistémicos básicos, abstractos (simulados) pero biológicamente inspirados. Esta metodología experimental puede establecer una nueva alianza entre filosofía y (tecno)ciencia a través de simulaciones computacionales como espacios de fusión conceptual entre mecanismos biológicos y conducta cognitiva. Una fusión que permita a su vez explorar la interacción entre evolución, acoplamiento sensoriomotor sistema-entorno, mecanismos neuronales y autorregulación en sistemas cognitivos mínimos; replanteando así aspectos fundamentales de la epistemología naturalizada.

## Bibliografía

- Christensen, W. & Bickhard, M. (2002) The Process Dynamics of Normative Function. *Monist*. 85 (1): 3—28.
- Churchland, P.S. (2002) *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*. MIT Press.
- Harvey, I., Di Paolo, E. A., Tuci, E., Wood, R., Quinn, M., (2004). Evolutionary Robotics: A new scientific tool for studying cognition. *Artificial Life* próxima publicación.
- Kim, J. (1988). What is naturalized epistemology? En Alcoff, M.L. (editor) *Epistemology: The Big Questions*, pp. 265—281. Blackwell, 1999.
- Millikan, R.G. (1984) *Language, Thought and Other Biological Categories*. MIT press.
- Nolfi, S. & Floreano, D. (2000) *Evolutionary Robotics*. MIT Press / Bradford Books.
- Quine, W. (1969) Epistemology Naturalized. En *Ontological Relativity and Other Essays*. Columbia University Press.

## Agradecimientos

Agradezco la ayuda financiera de la beca doctoral BFI03371-AE del Gobierno Vasco así como la ayuda del proyecto de investigación 9/UPV 00003.230-13707/2001 de la Universidad del País Vasco, así como los comentarios de Juan Bautista Bengoetxea y Álvaro Moreno al manuscrito de este artículo.