

Lange: la relación entre el valor instrumental y el valor de verdad de los enunciados científicos, así como la cuestión de las condiciones de verdad de los contrafácticos a los que Lange recurre en su análisis “formal” de las leyes, asunto que queda en el aire, pues si bien da algunas indicaciones al respecto, Lange en ningún momento da una semántica de este tipo de condicionales. Pero, para ser totalmente justos con el autor, cabe insistir en que el análisis de Lange no pretende dar un análisis ni de la noción de ley y de sus condiciones de verdad, ni de nuestra propia actitud hacia aquellas proposiciones que consideramos leyes, en particular la de creencia; es decir, se propone analizar con qué nos comprometemos cuando decimos creer que cierta proposición p es una ley. El análisis de Lange se nos presenta, pues, como una importante y original introducción al debate acerca de nuestras “actitudes proposicionales” con respecto a las leyes, debate que quizá no sea totalmente novedoso, pero que promete interesantes intercambios de argumentos.

BIBLIOGRAFÍA

- Beebee, H., 2000, “The Non-Governing Conception of Laws of Nature”, *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 61, no. 3, pp. 571–594.
- Carroll, J., 1994, *Laws of Nature*, Cambridge University Press, Cambridge.
- , 2005, Reseña de *Natural Laws in Scientific Practice*, de Marc Lange, *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 71, no. 1, pp. 240–245.
- Mitchell, S., 2000, “Dimensions of Scientific Law”, *Philosophy of Science*, vol. 67, no. 2, pp. 242–265.
- Mumford, S., 2004, *Laws in Nature*, Routledge, Londres/Nueva York.
- Roberts, J.T., 2009, *The Law-Governed Universe*, Oxford University Press, Oxford.
- Woodward, J., 2003, *Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation*, Oxford University Press, Oxford.

XAVIER DE DONATO RODRÍGUEZ
Departamento de Lógica y Filosofía Moral
Facultad de Filosofía
Universidad de Santiago de Compostela
xavier.dedonato@usc.es

William C. Wimsatt, *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings. Piecewise Approximations to Reality*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 2007, 466 pp.

El libro de Wimsatt es un texto complejo, sus componentes están múltiplemente interconectados. Consta de cuatro partes que condensan trece capítulos, además de cuatro breves apéndices al final (incluyendo un glosario de conceptos clave). Sus variadas y prolijas secciones están relacionadas entre sí de heterogéneas formas, principalmente al girar en torno a los siguientes conceptos básicos, señalados por el mismo autor (p. ix): heurística, robustez, cuasidescomponibilidad, niveles de organización, explicación mecanicista y atrincheramiento generativo (a los cuales pueden añadirse reduccionismo y emergencia). Destacan tres ideas generales que están implícita o explícitamente presentes a lo largo de todo el texto, dos de tipo descriptivo: somos seres limitados y falibles (fenotípica y cognitivamente), y vivimos en un mundo extremadamente complejo e intrincado; y una de tipo prescriptivo: el método científico y la filosofía (de la ciencia, sobre todo) deben edificarse de acuerdo con dicho diagnóstico (y no conforme al ideal de los filósofos del positivismo lógico y sus herederos más recientes). Por ello, considerar el carácter heurístico de nuestras capacidades naturales puede traer enormes beneficios normativos (metas e idealizaciones más realistas hacia las cuales orientarnos):

Si nos vemos a nosotros mismos como seres biológicos, cognitivos y sociales, veremos que nuestras respuestas a los problemas de adaptación en un mundo complejo están elaboradas (*crafted*) con heurística. En la medida en que estas respuestas son producto de procesos de selección, las dimensiones biológica y cultural de nuestra razón deben también ser heurísticas. (p. 10)

El estudio y la utilización de la heurística, como método de conocimiento es, a juicio del autor, insoslayable. El texto está dirigido, por lo tanto, a filósofos y a científicos (p. ix).

Se reúnen en este libro algunos de los artículos más representativos escritos por Wimsatt durante los últimos treinta años, los cuales se convierten en la base de las partes II y III. Las dos partes restantes, I y IV (al igual que los apéndices), son completamente nuevas y de fácil lectura (en comparación con algunas otras secciones mucho

menos amables). Algunos otros apartes al interior de II y III aparecen también por primera vez; de ellos, a mi modo de ver, destaca el capítulo sobre atrincheramiento generativo. Cada capítulo viene acompañado por una útil introducción (que igual hace las veces de sumario) que hila la narrativa. Dichas introducciones se encuentran reunidas al inicio de cada parte, cuando hubiese sido mejor ubicar a cada introducción con su correspondiente capítulo. El glosario de conceptos clave se convierte en una herramienta de recurrente uso a lo largo de toda la lectura.

La parte I (tres capítulos escritos a modo de introducción) anticipa y pone en contexto la terapéutica intención de Wimsatt en su escrito: llamar la atención sobre las ventajas que tendría hacer una aproximación heurística al mundo complejo, a nuestra forma de conocerlo. Según Wimsatt, una aproximación de este tipo resulta sensata y muy superior a clásicas aproximaciones basadas en idealizaciones engañosas (de tipo laplaciano), hechas en torno al supuesto poder de nuestras inferencias lógicas y donde la independencia del contexto y la necesidad de formalización son confundidas, burdamente, con características intrínsecas a los procesos de razonamiento: “el fundacionismo formalista fracasa rotundamente como un proceso modelo de la cognición y como modelo para la construcción de teorías” (p. 11). Estas idealizaciones equivocadas son promovidas, según Wimsatt, por el empirismo lógico, el fundacionalismo formalista y sus descendientes. Dice el autor: “estas idealizaciones particulares demandan grados no realistas de conocimiento, poderes inferenciales ilimitados, o los dos [...] ellas hacen suposiciones que no podemos satisfacer” (p. 8) (véase también el apéndice D). Más aún, “las idealizaciones acerca de nuestros poderes cognitivos ignoran no sólo nuestra condición humana, también ignoran nuestra biología: tanto nuestros límites cognitivos como nuestras estrategias para lidiar con el error” (p. 21). Un examen adecuado de nuestra cognición debe asumirla, por lo tanto, como la adaptación biológica que es: falible pero autocorrectiva (p. 7). Así, la heurística como método de investigación es, a todas luces, más acorde con nuestra misma naturaleza humana y nuestra epistemología (seres imperfectamente adaptados, tanto fenotípica como psicológicamente, proclives al error y con capacidad de corrección). Afirma Wimsatt al respecto:

los principios de la heurística no son en lo fundamental ni axiomas ni algoritmos, si bien son a menudo tratados como tales. Como grupo, tales principios tienen propiedades distintas e interesantes. Más importante,

ellos son reafinados, remodelados, recontextualizados y, a menudo, re-conectados de forma novedosa a través de reacomodamientos parciales (*piecemeal*) de adaptaciones o exaptaciones ya existentes. Ellos [los principios heurísticos] nos estimulan a operar del mismo modo acerca de cualquier cosa que construimos. (p. 10)

La formación inicial de Wimsatt como ingeniero (hecho al que le dedica el epílogo de su libro, a manera de narración autobiográfica) explica en gran medida su confianza en el uso de herramientas y principios heurísticos instrumentales tanto en la ciencia como en la reflexión sobre ella: el científico y el filósofo de la ciencia deben, en este sentido, imitar al ingeniero.

En la parte II, además de la heurística, Wimsatt subraya la importancia de otras dos nociones: robustez y atrincheramiento generativo. Personalmente, considero que ésta es la mejor parte del libro.

La robustez, característica a la que le dedica el capítulo 4, es a su vez una metodología de investigación fundamental (debe serlo para todas las ciencias), pues nos brinda un criterio último para determinar qué es real y qué no (pp. 60–62 y pp. 359–360). De igual forma, permite detectar el error (y generar entonces nuevas y más adecuadas hipótesis o, en su defecto, calibrar los medios usados de detección (p. 45)). Para Wimsatt, la realidad “ofrece múltiples perspectivas y es robusta” (p. 358), y de tipo “local” (p. 38). El concepto de robustez tiene un aire de familia con el concepto de *triangulación* de Campbell, que refiere a la posibilidad de usar diferentes medios para determinar la realidad de un objeto de estudio: “el uso de múltiples medios independientes para detectar, derivar, medir, manipular o, de igual forma, para tener acceso a entidades, fenómenos, teoremas, propiedades y otras cosas que queremos estudiar” (p. 37) (*i.e.*, detectabilidad vía múltiples e independientes medios (p. 357), como los sentidos, por ejemplo). Si un objeto es múltiplemente detectable entonces es robusto. Las entidades o propiedades robustas tienden a ser fácilmente discriminables, a estar menos sujetas a ilusión, y a ser explicativamente y predictivamente ricas (p. 63). Wimsatt describe cómo la clásica distinción entre cualidades primarias y secundarias puede analizarse en términos de robustez (p. 62).

La heurística es retomada en el capítulo 5. Según Wimsatt (como ya anticipa en la introducción), ella es fundamental en estrategias de resolución de problemas, en biología evolucionista y en epistemología evolucionista (p. 69). La heurística consta de diversas propiedades (pp. 68–69 y pp. 76–77). Tomando como punto de partida el trabajo

de Simon, Wimsatt reitera que el hombre, en vez de ser un “calculador algorítmico, computacionalmente omnipotente” (*economic man*), es un ser limitado racionalmente en su toma de decisiones (*satisficing man*). Este último debe considerar el tamaño de la computación y el costo de la recolección de datos, al tiempo que está sujeto a consideraciones de eficiencia, practicidad y constreñimientos de costo-beneficio (p. 68). A juicio de Wimsatt, las teorías de la elección racional que asumen que el hombre es un hombre económico fallan burdamente en su intento de capturar su racionalidad. Por el contrario, una teoría en la que se toma al hombre como un ser epistemológicamente limitado y falible resulta más adecuada a la hora de estudiar las bases del comportamiento humano, en su real dimensión natural (el razonamiento que está detrás de esta idea es simple: nuestras capacidades fenotípicas y cognitivas son adaptaciones evolutivas, es decir, herramientas para resolver nuestros problemas cotidianos. No están exentas de error, pero permiten un alto grado de confiabilidad —nada de certeza absoluta—). Las adaptaciones biológicas coinciden con las características definitorias de los procesos heurísticos: no garantizan infaliblemente la supervivencia y la reproducción; son costosas (para producir dicho objetivo); sirven para transformar un problema computacional complejo (acerca del ambiente) en uno más simple, y su respuesta es usualmente una guía de acción confiable (p. 79). Por otro lado, los errores y las fallas de todo procedimiento heurístico están sistemáticamente sesgados, lo que permite una predicción de éstos más o menos precisa, e incrementa la confiabilidad de los procedimientos mismos (y eventualmente permite hacer una corrección de ellos). El estudio de nuestra heurística (humana) consiste entonces, dado lo anterior, en averiguar la naturaleza de nuestro procesos de razonamiento reales, sus ventajas, su eficacia en el uso de recursos (“*cost effective*”) y sus sesgos sistemáticos (p. 90). Wimsatt dedica una buena parte del capítulo a señalar los sesgos de las estrategias reduccionistas de investigación (como ignorar, simplificar excesivamente o subestimar la importancia del contexto del sistema bajo escrutinio (p. 80)), tema que retomará posteriormente. En suma: los procedimientos heurísticos son falibles, eficientes y sensibles al contexto, a la vez que son herramientas revisables y mejorables para la resolución de problemas. Al igual que las adaptaciones (y los artefactos), reflejan características comunes de la arquitectura de la organización funcional (p. 133). La importancia de la heurística para el estudio del comportamiento humano (heurística como objeto y como método) es indiscutible (pp. 90 y ss). Wimsatt recomienda

(p. 13) iniciar la lectura del libro a partir de este capítulo, a mi modo de ver una sugerencia acertada.

El capítulo 6 refuerza estas ideas con un caso particular, al señalar la utilidad de falsos modelos como medios heurísticos estratégicos para alcanzar teorías más verdaderas. Wimsatt ilustra este hecho con un caso tomado de la historia de la genética (el uso del modelo de ligazón genética-cromosómica de Morgan), pero argumenta que el uso de falsos modelos es recurrente en biología evolutiva y economía, áreas donde los argumentos de optimización y de diseño adaptativo son comunes (pp. 128 y ss). De acuerdo con el autor, de ninguna manera resulta paradójico argumentar en favor de la utilidad de los falsos modelos:

La virtud primaria que debe tener un modelo, si queremos aprender de sus fallas, es que éste, y las herramientas experimentales y heurísticas que tenemos disponibles para analizarlo, estén estructurados de forma tal que podemos localizar sus errores y atribuirlos a algunas partes, aspectos, suposiciones o subcomponentes del modelo. Si podemos hacer esto, entonces la ingeniería “parcial” —por partes (*piecemeal*) puede mejorar el modelo modificando sus partes defectuosas—. (p. 103)

Wimsatt da una lista de doce funciones positivas específicas que pueden cumplir los falsos modelos (pp. 104–105).

El capítulo 7 le da un nuevo aire al ya clásico concepto de “atrincheramiento generativo” que Wimsatt introdujo en 1986. Me parece acertada la decisión de escribir un nuevo texto, corto, conciso y apropiado al resto del libro, en vez de haber utilizado, por ejemplo, algún otro artículo ya publicado al respecto. Wimsatt señala que el atrincheramiento generativo es el tercer principio (junto con la robustez y la heurística) del diseño adaptativo (p. 133). Define a un rasgo generativamente atrincherado como aquel que tiene a muchas otros dependiendo de él, al haber desempeñado un papel fundamental en su generación. El atrincheramiento generativo es acumulativo y tiene un alto impacto en la estabilidad de las partes o componentes de las estructuras o de los procesos, pues define su grado de resistencia a ser cambiados o modificados (el atrincheramiento es una cuestión de grado): “Algo que está generativamente atrincherado es, en efecto, un elemento fundamental, principio o suposición [. . .]. Cambiar principios que poseen un alto grado de atrincheramiento generativo resulta revolucionario en sus efectos, si el cambio es exitoso, pero desastroso si no lo es” (p. 140).

El atrincheramiento generativo es una característica inevitable de todo sistema evolutivo (p. 134). Según Wimsatt, las implicaciones del atrincheramiento generativo son múltiples, para asuntos tan variados como la organización biológica, el desarrollo ontogenético, la emergencia de rasgos innatos, la formulación y difusión de convenciones, la fijación de tecnologías y prácticas, y para el cambio científico (p. 140).

La parte III es la más extensa del libro y, de acuerdo con el mismo autor, su parte central. Los conceptos clave aquí son reduccionismo (como procedimiento heurístico) y emergencia, a los cuales se suman, como subsidiarios, los de agregatividad, complejidad y niveles jerárquicos de organización natural. Una idea fundamental que permite la conexión de los diversos capítulos contenidos en la parte III es que el reduccionismo y la emergencia son plenamente compatibles. A tono con lo expuesto en las dos primeras partes del libro, Wimsatt defiende aquí que el reduccionismo es un método heurístico primordial, en cuanto permite descomponer y entender sistemas cuyo funcionamiento depende de las relaciones heterogéneas de sus partes. Wimsatt es enfático al señalar que las metodologías reduccionistas son necesarias, pero que ello de ninguna manera implica eliminar ontológica ni epistemológicamente las propiedades emergentes de los sistemas complejos (como se asume a menudo desde el erróneo “reduccionismo codicioso”).

Los capítulos 9 y 10 están dedicados a los sistemas complejos (su descripción y el análisis de su organización, estructura y ontología, así como de sus múltiples relaciones causales). En el capítulo 9 señala dos tipos de complejidad: descriptiva e interactiva (*interactional*). La primera refiere al uso de perspectivas teóricas parciales que permiten descomponer a los sistemas complejos. Por ejemplo, es posible describir parcialmente el cuerpo humano en su anatomía, fisiología, desarrollo ontogenético y genética. Estas descripciones (aproximaciones parciales) descomponen el sistema en partes y cada una de ellas pone de relieve información propia, necesaria para una descripción o examen causal exhaustivo del sistema. Los límites y las relaciones entre estas perspectivas son una rica fuente para detectar orden (p. 161). Ahora bien, un punto importante es que aun cuando estas aproximaciones pueden llegar a ser inconmensurables, en todo caso son complementarias (p. 163). El segundo tipo de complejidad, el interactivo, refiere a las codeterminaciones causales de un sistema, en especial aquellas interacciones que cruzan las fronteras entre las diversas perspectivas (como las que acabo de mencionar) (p. 184).

El capítulo 10 explora la ontología de los sistemas complejos a partir de un examen de los niveles de organización, los cuales tienen una realidad objetiva indiscutible: ellos son sujetos tan propios de investigación ontológica como los cosas atomísticas abstractas normalmente abarcadas por los filósofos de la ontología: objetos, sucesos, causas, propiedades, etc.” (p. 164). Más aún: “estas entidades macroscópicas compuestas, de enorme importancia, son probablemente las mayores determinantes de la geografía de la ciencia” (p. 159). A la ontología de los niveles de organización se suma la realidad de las perspectivas y de los “matorrales causales” (*causal thickets*), todos los cuales son *Baupläne* organizativos (de objetos, propiedades, sucesos, capacidades y propensiones —como los párrafos son a las palabras o a los fonemas, dice Wimsatt—) (p. 194). Resulta útil acudir a las gráficas que ilustran los niveles composicionales de organización (pp. 224–225) y los niveles y perspectivas (pp. 232–233), para entender la taxonomía ontológica del mundo sugerida por Wimsatt. Asimismo, es posible ver cómo las perspectivas son a la vez cuasisubjetivas y cuasiobjetivas (pp. 222 y 227). Estos tres tipos de entidades ontológicas macroscópicas (niveles, perspectivas y matorrales causales): “incrementan la coherencia y plausibilidad de una generalizada visión mecanicista del mundo” (p. 167).

Los capítulos 11 y 12 analizan el asunto de la explicación reduccionista y la emergencia. El capítulo 11 muestra los beneficios heurísticos de un reduccionismo bien entendido y adecuadamente practicado (Wimsatt define al reduccionista como aquel investigador interesado en entender el carácter, las propiedades y el comportamiento del sistema estudiado, en términos de las propiedades de sus partes y sus interrelaciones e interacciones (p. 81)). El autor distingue entre reduccionismo de sucesión teórica, donde hay reemplazo de una teoría por otra —y donde puede haber eliminación— (p. 249), y reduccionismo explicativo entre niveles: se explican los fenómenos de un nivel superior en términos de mecanismos (no de leyes) de los niveles inferiores (éste nunca es de tipo eliminativo). Los dos métodos reduccionistas mencionados (anclados en una perspectiva realista) son necesarios en nuestra intención de comprender el mundo. La común, perniciosa y falsa idea de que existe un reduccionismo de tipo eliminativo interniveles proviene, según Wimsatt, de confundir y mezclar el reduccionismo sucesional y el explicativo. Wimsatt dice a propósito: “no es posible encontrar una bestia tal como el reduccionismo eliminativo en ninguna parte de la historia de la ciencia, y no hay razón, en términos de sus pretendidas funciones científicas, para

esperar encontrarlo en el futuro. Éste y sus objetivos son invenciones filosóficas enormemente equivocadas” (p. 168). Wimsatt hace una comparación detallada entre reduccionismo sucesional y reduccionismo interniveles (pp. 247–249) para sustentar su caso. En este mismo capítulo, Wimsatt hace una interesante defensa de la compatibilidad entre la autonomía de los niveles superiores de organización y el reduccionismo. Por otro lado, defiende los mecanismos, en detrimento de las leyes, como fundamentos de la explicación causal en todos los niveles de organización (p. 260).

El capítulo 12 expone cómo se puede ser reduccionista y emergentista a la vez (p. 274), mostrando cómo una correcta comprensión de cada una de estas nociones evita las oposiciones usuales pero incorrectas. Para Wimsatt, lo que está detrás de la emergencia es la relación que existe entre la propiedad de un sistema y las propiedades de sus partes componentes. “Emergencia” indica la dependencia de una propiedad sistémica del *modo de organización* de las partes de dicho sistema (pp. 173–174). Wimsatt señala la oposición entre emergencia y agregatividad: esta última indica que las múltiples partes de un sistema no están interconectadas, lo que cancela la posibilidad de propiedades emergentes. En otras palabras, las partes y propiedades de un sistema son meramente agregadas si son prácticamente independientes entre sí (cambiar o suprimir una de ellas no modifica y mantiene invariante el comportamiento del sistema), de otra forma son propiedades emergentes. De allí el título del capítulo: “emergencia como no agregatividad”. Wimsatt da cuatro criterios necesarios y suficientes que debe cumplir la agregatividad (pp. 277–281). Cuando uno de ellos falla, se infiere que la propiedad es emergente. Un punto importante que vale la pena señalar aquí es que, para Wimsatt, la emergencia es un fenómeno natural común y conspicuo, mientras que la agregatividad no lo es tanto (muy pocos sistemas son agregativos) (pp. 278–279 y pp. 303–304). El autor advierte que se suele confundir agregatividad con reduccionismo (p. 353).

En el epílogo (parte IV, capítulo 13), Wimsatt relata, de manera autobiográfica y anecdótica, cómo su formación temprana de ingeniero (en los años 1960) y su meticuloso examen de la práctica científica como heurística lo llevaron a construir su propuesta, elaborada a lo largo todos estos años. Esta parte fue concebida inicialmente como capítulo introductorio, por lo que podría resultar fructífero darle una leída antes de emprender la lectura total del libro.

Hasta aquí llego en lo que concierne a las líneas generales de los temas y la estructura del libro. Ahora bien, algún lector crítico

podría argumentar que recopilar y editar artículos ya clásicos no es algo que merezca la pena, y que, incluso, resulta anacrónico, puesto que, en los múltiples temas y nociones que el libro aborda, se han generado nuevos planteamientos, precisiones y avances. Pero es justamente éste un aspecto en el que el texto me parece de gran utilidad: muchas de las ideas de Wimsatt siguen teniendo plena relevancia en diversas discusiones filosóficas y científicas actuales, ya sea en su forma original o en sus posteriores desarrollos. Tal es el caso del propio trabajo del autor sobre evolución cultural (Wimsatt 1999, 2002; Wimsatt y Griesemer 2007), o en la marcada influencia de su pensamiento en trabajos recientes e importantes en biología del desarrollo y EvoDevo (Arthur 1997; Robert 2004), teoría de modelos (Odenbaugh 2008), la múltiple realizabilidad de lo mental (Aizawa y Gillett 2009; Richardson 2008), los fundamentos filosóficos de la biología de sistemas (Richardson y Stephan 2007; Keller 2007). El mismo Wimsatt (2007) tiene una interesante contribución en la compilación donde aparecen tales artículos) y en la disputa entre el reduccionismo y el emergentismo (Rueger 2006). Trabajos como los que acabo de mencionar demuestran el vigente, extenso y valioso legado de Wimsatt, razón por la cual resulta muy provechoso tener acceso expedito a las fuentes originales de sus propuestas. El libro objeto de esta reseña es, en este sentido, un indudable acierto.

Tratar el tema de la complejidad no es tarea simple. Mucho menos cuando se trata de vincular al respecto, exitosa y coherentemente, diversas áreas, disciplinas, perspectivas, tópicos y trabajos, como los mencionados a lo largo de estas páginas. Éste es uno de los mayores méritos del autor. Los más de cuarenta años de experiencia de Wimsatt le permiten, con gran autoridad y acierto, proponer esta recopilación de diversos ensayos (clásicos y recientes) como una síntesis útil y oportuna de su rico, fértil e idiosincrásico pensamiento. Esta obra de Wimsatt debe incentivarnos, tanto a filósofos como a científicos, a replantear mucho de lo que damos por sentado en la ciencia y la filosofía.

Hace un par de años, en una conversación acerca de los filósofos que estudian la complejidad, Stephen Stich me dijo a propósito de Wimsatt: “su trabajo es en sí mismo un sistema complejo”. Luego de la lectura de *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings*, no puedo más que estar de acuerdo con tal afirmación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aizawa, K. y C Gillett, C., 2009, “The (Multiple) Realization of Psychological and Other Properties in the Sciences”, *Mind and Language*, vol. 24, pp. 181–208.
- Arthur, W., 1997, *The Origins of Animal Body Plans*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Boogerd, F., F. Bruggeman, J. Hofmeyr y H. Westerhoff (comps.), 2007, *Systems Biology: Philosophical Foundations*, Elsevier Press, Amsterdam.
- Keller, E.F., 2007, “The Disappearance of Function from ‘Self-Organizing Systems’”, en Boogerd, Bruggeman, Hofmeyr y Westerhoff 2007, pp. 303–317.
- Odenbaugh, J., 2008 “Models”, en S. Sarkar y A. Plutynski (comps.), *A Companion to the Philosophy of Biology*, Blackwell, Malden.
- Richardson, R., 2008, “Autonomy and Multiple Realization”, *Philosophy of Science*, vol. 75, pp. 526–536.
- Richardson, R. y A. Stephan, 2007, “Mechanism and Mechanical Explanation in Systems Biology”, en Boogerd, Bruggeman, Hofmeyr y Westerhoff 2007, pp. 123–144.
- Robert, J.S., 2004, *Embriology, Epigenesis, and Evolution: Taking Development Seriously*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rueger, A., 2006, “Functional Reduction and Emergence in the Physical Sciences”, *Synthese*, vol. 151, pp. 335–346.
- Wimsatt, W., 2007, “On Building Reliable Pictures with Unreliable Data: An Evolutionary and Developmental Coda for the New Systems Theory”, en Boogerd, Bruggeman, Hofmeyr y Westerhoff 2007, pp. 103–120.
- , 2002, “The Selfish Meme: Do Ideas Replicate Themselves Like Genes?”, *Natural History*, vol. 111, pp. 68–72.
- , 1999, “Genes, Memes, and Cultural Heredity”, *Biology and Philosophy*, vol. 14, pp. 279–302.
- Wimsatt, W. y J. Griesemer, 2007, “Reproducing Entrenchments to Scaffold Culture: The Central Role of Developmental in Cultural Evolution”, en R. Sansom y R. Brandon, *Integrating Evolution and Development*, The MIT Press, Cambridge, Mass., pp. 227–323.

MAXIMILIANO MARTÍNEZ BOHÓRQUEZ
History and Philosophy of Science Program
Florida State University
mbohorquez@fsu.edu