

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XXII JORNADAS

VOLUMEN 18 (2012)

Luis Salvatico
Maximiliano Bozzoli
Luciana Pesenti
Editores



ÁREA LÓGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Aspectos de la validación científica: consideraciones desde los estudios ecológicos

*Luciana Pesenti **

Introducción

El análisis sobre los tipos de validación de los modelos y de las simulaciones computacionales es objeto de continuas controversias (e.g Sargent, 1982; Balci et al., 2002; Brade 2003; Rabe et al., 2009). Dentro de las distintas propuestas en torno a la validación, cobra gran importancia el proceso de modelización y la naturaleza de los sistemas bajo estudio. En efecto, en la discusión actual sobre la caracterización de la validación y su diferenciación de métodos previos, las múltiples posiciones sobre la construcción de modelos y simulaciones computacionales están asociadas a teorías específicas sobre la validación. Una distinción paradigmática al respecto es la que formula Sargent (1982) entre la “validación conceptual” cuyo objeto de estudio es definido sobre la base de los modelos conceptuales de una simulación y la “validación operacional” que versa sobre los modelos computarizados de ésta. Hay también un nutrido menú de caracterizaciones que involucran formas diferentes de entender la naturaleza de los sistemas bajo estudio. Una referencia concreta a esta cuestión se encuentra en el tratamiento de Min, Yang y Wang (2010). La propuesta de estos autores se distancia de otras perspectivas en torno de la validación, como el análisis estadístico o la evaluación de errores, principalmente porque articulan su análisis atendiendo en particular a aspectos problemáticos de los sistemas investigados. De acuerdo con esto, la validación no siempre está asociada efectivamente a un conjunto disponible de datos empíricos; en consecuencia, se requiere un espectro mucho más vasto de procedimientos metodológicos frente a sistemas complejos en estructura y comportamiento. La idea aquí es que para subsanar la débil comparación entre los resultados de las simulaciones computacionales y los datos empíricos del sistema, es importante trazar líneas de investigación capaces de ofrecer una adecuada vía de aplicabilidad de otros métodos de validación.

En el marco de los estudios inaugurales sobre la modelización en ecología, el examen de los sistemas biológicos y de los modelos diseñados, presenta una relación peculiar con asunciones relativas al significado de la validación. En este trabajo nos interesa elucidar una motivación semántica que se inscribe en los primeros intentos teóricos por caracterizar la validación en el ámbito de la modelización en ecología. En particular, nos proponemos mostrar de qué manera la problematización de una concepción semántica específica fue un componente esencial en la exploración y desarrollo de diferentes caracterizaciones de la validación y en el amplio alcance de su interpretación en términos pragmáticos.

El problema de la validación en el pensamiento ecológico

Hay diversas maneras de definir la actividad de validación. Usualmente se entiende que la validación consiste en el proceso de evaluación de la fidelidad representacional de un modelo o simulación con respecto a un sistema, dentro de su dominio de aplicabilidad y de acuerdo con ciertos propósitos pretendidos (e.g Sargent, 1984, Kleijnen 1999). Así definida, la validación se asocia típicamente a un conjunto amplio de consideraciones relevantes en la

* UNC

actividad científica sobre la aceptabilidad, credibilidad y confiabilidad del conocimiento en general. Es claro que también se entronca con otras cuestiones puntuales de gran resonancia epistemológica. la naturaleza de los modelos científicos y el vínculo entre éstos y el ámbito de la realidad que representan. Para nuestros propósitos, es interesante ver por qué el análisis de estas cuestiones adquiere una connotación particular dentro de las primeras discusiones sobre el concepto de validación en el ámbito de la ecología.

A principios de la década de 1960, en los estudios tempranos sobre la modelización de los sistemas biológicos, la caracterización del término "validación" estuvo dominada mayormente por la discusión sobre una asunción semántica específica. Tal como afirma Gardner y Urban "basada en argumentos etimológicos, un modelo "válido" denota que todo el comportamiento del modelo se corresponde totalmente con el comportamiento del sistema observado" (2003: 186). Esta forma de entender la validación influyó en el tratamiento inicial de los modelos ecológicos y en la discusión sobre su rol epistémico para la explicación de los sistemas bajo estudio.

Un aspecto problemático central del nexo entre los modelos y los sistemas biológicos se presentó bajo la forma de esa asunción semántica criticada. Uno de los primeros en discutirla enfáticamente fue el ecólogo Rykiel en su artículo *Testing ecological models: the meaning of validation* (1996). Rykiel pone de relieve que una conceptualización de la validación adecuada debe enfrentarse a esta consideración semántica confusa. El punto central que subyace a esta consideración fue que la validación incorpora un representacionalismo especular, capturado en la idea de que este procedimiento está típicamente relacionado con la demostración de que los modelos constituyen representaciones verdaderas de los sistemas bajo estudio.

La discusión de este supuesto tuvo profundas implicancias en el tratamiento de los modelos ecológicos y en cuestiones generales referidas a la naturaleza del conocimiento en ecología.

Exploramos y distinguimos a continuación cuatro grandes posiciones en base a las críticas hechas. En esta ocasión, nos centraremos especialmente en las de Levins y Rykiel. Con este examen procuramos extraer algunos rasgos centrales de las caracterizaciones tempranas de la validación en este campo de estudio y de sus conexiones con los modelos y los sistemas involucrados.

1) Un punto de vista que adquiere gran importancia a partir de la década de 1960 fue formulado por Richard Levins en su artículo *The Strategy of Model Building in Population Biology* (1966). Su caracterización de la validación se encuadra en una noción de modelo estrechamente emparentada con la complejidad de los sistemas biológicos. Una dificultad que entraña tal complejidad es la relación entre los modelos biológicos y la naturaleza de la biología poblacional como ciencia y de los fenómenos biológicos como objetos de estudio de esa ciencia. Así, desde el comienzo de su tratamiento sobre la construcción de modelos, Levins señala que hay un problema esencial que se plantea al momento de decidir cómo construir modelos que permitan un mejor entendimiento de los fenómenos complejos. Ese problema se origina al considerar que la biología poblacional requiere tomar en cuenta los aportes simultáneos de diversas disciplinas científicas (genética de poblaciones, ecología, biología evolutiva, entre otras) y una estructura poblacional condicionada a la heterogeneidad y a las fluctuaciones del entorno. La necesidad de articular tales cuestiones en la forma de una modelización viable y adecuada de la dinámica de las poblaciones biológicas hace

indispensable, en términos de Levins, evaluar el rol que desempeña la idealización en la construcción de modelos. Para esto, presenta un ejemplo que muestra cómo la idealización, en función de determinados propósitos, puede constituirse en una estrategia apropiada y fructífera. En los primeros modelos de genética de poblaciones de Haldane, Fisher y Wright se asumió, como una idealización aceptable, que el entorno permanece estático sin fluctuaciones considerables. Esto forma parte, como una presuposición bastante extendida, de muchos modelos propuestos en biología. Como caracterización del tipo de construcción de modelos por el que algunos biólogos se interesan, Levins considera que tal idealización constituye una estrategia apropiada siempre que preserve los fenómenos que se consideran más relevantes y se ajuste a los objetivos que rigen la investigación (1966, 422).

Su respuesta al tipo de conexión que subyace a la asunción semántica descripta aparece fuertemente conectada a estos aspectos de la modelización en ecología:

Un modelo matemático no es ni una hipótesis ni una teoría. A diferencia de las hipótesis científicas, los modelos no son verificables directamente por la experimentación. Todos los modelos son a la vez verdaderos y falsos [.] La validación de un modelo no consiste en que éste sea "verdadero", sino en que genere buenas hipótesis que puedan ser testeadas para problemas importantes (1966, 430)

Así, si un modelo es capaz de producir hipótesis que pueden ser confirmadas por la evidencia empírica, parece razonable *prima facie* considerar que se trata de un modelo válido. De este modo, la referencia semántica cuestionada de la noción de validación se desplaza en favor de la consideración de cierta capacidad generativa de los modelos y de su descripción como entidades que no son verdaderas o falsas con relación al mundo.

Una perspectiva sobre la validación basada en una línea similar es la que desarrolla Goodall (1972). En sintonía con la comprensión de Levins, Goodall concibe la validación en términos de la capacidad de los modelos científicos para producir predicciones chequeables.

En ambos casos, la noción de validación propuesta elude un representacionalismo de carácter especular.

(2) Otra perspectiva influyente en los estudios ecológicos que se alza contra la interpretación en juego y el tipo de representación presupuesta es la que relaciona el significado de la validación con el uso de *hypothesis testing*. Esta estrategia dio lugar a formulaciones alternativas sobre la validación ya que si bien el concepto de hipótesis se juzgó aplicable a la caracterización de los modelos, el análisis resultante dio pie a opiniones divergentes. Esta línea es propuesta por Overton (1977) y Holling (1978). En ambos casos, los argumentos a favor y en contra de la posibilidad de validar los modelos consistieron esencialmente en análisis, no ya sobre alguna capacidad generativa de éstos, sino sobre los modos de evaluación de los modelos e hipótesis científicas. En el caso de Overton (1977), la crítica al supuesto semántico de la validación se sustenta en ciertas dificultades para la verificación de las hipótesis científicas sobre la base de la evidencia empírica. La restricción que esto impone al significado de la validación es interpretada mediante el enunciado de que los modelos no pueden ser validados de manera completa y definitiva. No obstante, parece posible establecer grados relativos de validez sujetos a la comparación entre los resultados del modelo y el sistema bajo estudio. Una visión diferente es la que presenta Holling (1978). Para este autor la noción de validación está emparentada con la idea de que los modelos sólo

pueden ser falsados. Según este punto de vista, "en la práctica, el problema es sobre la invalidación de los modelos" (1978, 34)

(3) Otro conjunto de propuestas (Starfield y Bleloch, 1986; Oreskes et al., 1994), basa su cuestionamiento a la posibilidad de validar los modelos en el tipo de representacionalismo presupuesto en la interpretación semántica vista. Evidentemente, esta perspectiva es la que más directamente acusa la influencia de esta interpretación, dado que su defensa de la imposibilidad de llevar a cabo la validación se desprende del rechazo del vínculo representacional implicado entre los modelos y los sistemas bajo estudio.

(4) Por último, la argumentación de Rykiel (1996) impulsa gran parte de la crítica a esa forma de representación discutida, pero tomando en consideración ciertos aspectos pragmáticos como rasgos definitorios de la validación. Rykiel afirma que los desacuerdos sobre el significado de la validación en el ámbito de los estudios ecológicos se originan, en gran parte, de consideraciones semánticas (1996, 229). Pero el hecho de que no sea posible validar de manera completa y definitiva los modelos científicos no implica que la validación no guarde relación con la aceptabilidad de los modelos pragmáticamente entendida.

Su perspectiva sobre la validación se sustenta en ciertas condiciones pragmáticas: (a) los propósitos que guían la modelización, y (b) el contexto de aplicabilidad de los modelos.

Ambas cuestiones son, generalmente, los componentes típicos de cualquier concepto general de validación. La centralidad otorgada a ambos aspectos se encuentra ya reflejada en una de sus más tempranas definiciones (Schlesinger et al. 1979). De este modo, la especificación de los propósitos de la modelización y del contexto de aplicabilidad del modelo son competencias prácticas que juegan un papel clave en los procedimientos de validación escogidos.

Desde este punto de vista, los argumentos de Rykiel en contra del supuesto semántico de la validación apuntan a una concepción centrada en la aceptabilidad del uso de los modelos:

La validación es la demostración de que un modelo dentro de su dominio de aplicabilidad posee un rango satisfactorio de precisión consistente con la aplicación pretendida del modelo (e.g., Sargent, 1984, Curry et al., 1989). Esta demostración indica que el modelo es aceptable para su uso, no que implica alguna verdad absoluta, ni tampoco que es el mejor modelo disponible (1996, 233)

Tal explicación pragmática de la validación y, desde un punto de vista más amplio, de la aceptabilidad del uso de los modelos, intenta trazar una diferencia crucial con la asunción semántica discutida. Así, este rol constitutivo del contexto de aplicabilidad de los modelos y de los propósitos perseguidos por sus usuarios muestra el carácter relativo de la validación: un modelo puede ser validado en un determinado contexto y de acuerdo a ciertos propósitos mientras que en otros no (1996, 233). En consonancia con estos aspectos, la discusión de Rykiel en torno a la idea de un sentido semántico subyacente que unifique las instancias de validación desemboca en la defensa de diversas formas de validar, apropiadas según el contexto y los propósitos de los usuarios. De ese modo, esboza tres formas de comprender la validación: operacional, conceptual y otra referida a los datos empíricos. En la primera, la aceptabilidad del uso de los modelos está estrechamente conectada con el comportamiento resultante de los modelos. En esta instancia, los procedimientos estadísticos que permitan comparar los resultados de los modelos con los datos empíricos suministrados por el sistema

bajo estudio adquieren una importancia central. La segunda acepción, por el contrario, subraya la importancia de la estructura interna del modelo: "La validación conceptual depende de proporcionar una explicación científicamente aceptable de las relaciones causa-efecto incluidas en el modelo" (1996, 234). Así, se presenta como un rasgo fundamental de este tipo de validación que los mecanismos implicados en la generación del comportamiento del modelo en cuestión sean adecuadamente especificados. Por último, la validación también puede consistir en una evaluación adecuada de la calidad de los datos empíricos: "[...] certificar que los datos se ajustan a estándares específicos" (1996, 235).

Es interesante notar, para finalizar, que hay una noción de validación cuyas connotaciones pragmáticas se destacan por sobre las demás. Al concebir la validación operacional como aquella actividad que permite decidir acerca de la aceptabilidad del uso de un modelo a partir de la comparación de sus resultados con los datos del sistema, su significado concierne a cómo los modelos se comportan: "[La validación operacional] define un enfoque pragmático porque refiere primariamente a cuán bien el modelo imita al sistema bajo estudio independientemente de los mecanismos responsables de ese comportamiento" (1996: 234). Así, la demostración de este tipo de aceptabilidad no conlleva la elucidación de tales mecanismos

Conclusiones

En este trabajo he intentado poner de relieve cómo la discusión en torno a un supuesto semántico subyacente de la noción de validación se reflejó en el desarrollo de diferentes concepciones ecológicas sobre este procedimiento y sobre la relación entre los modelos y los sistemas bajo estudio. La confrontación con tal supuesto dio lugar a interpretaciones de la validación que se articularon sobre la base de diversos enfoques acerca de la naturaleza de los modelos y los sistemas biológicos. Aquí, en base a las críticas esgrimidas, he distinguido cuatro grandes posiciones, y de éstas, he enfatizado los conceptos de validación propuestos por Levins y Rykiel. En ambos autores, su distanciamiento del supuesto semántico discutido se enmarcó particularmente en cuestiones concernientes a la naturaleza misma de la práctica ecológica y de los sistemas complejos de estudio.

Agradecimientos

Al revisor anónimo cuyas sugerencias han servido para mejorar la versión final del trabajo.

Bibliografía

- BALCI O, R. E. NANCE, J. D. ARTHUR, Y W. F. ORMSBY (2002) "Expanding our horizons in verification, validation, and accreditation research and practice". En *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, ed. E. Yücesan, C.-H. Chen, J. L. Snowdon, and J. M. Charnes, 653-663. Piscataway, New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- BRADE, D. (2003) "A generalized process for the verification and validation of models and simulation results". Disertación, Neubiberg: Universität der Bundeswehr.
- GOODALL, D. W. (1972) "Building and testing ecosystem models". En J. N. J. Jeffers (editor), *Mathematical Models in Ecology*. Blackwell, Oxford, pp. 173-194.

- HOLLING, C.S., (1978) *Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley & Sons, New York, NY, 377 pp.
- KLEIJNEN, J. P. C. (1999) "Validation of models: statistical techniques and data availability". En *Proceedings of the 1999 Simulation Conference*, ed. P. A. Farrington, H. Black Nembhard, D. T. Sturrock, and G.W. Evans, 647-654 Piscataway, New Jersey: IEEE.
- LEVINS, R. (1966) "The strategy of model building in population biology". *Am. Sci.* 54: 421-431.
- MIN, FEI-YAN, Y. MING, Y ZI-CAI WANG. (2010) "Knowledge-based method for the validation of complex simulation models". *Simulation Modelling Practice and Theory* 18: 500-515.
- ORESQUES, N., SHRADER-FRECHETTE, K. Y. BELITZ, K., (1994). Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences. *Science*, 263: 641-646.
- OVERTON, S., (1977) "A strategy of model construction". En: C. Halland J. Day (Editors), *Ecosystem Modeling in Theory and Practice: An Introduction with Case Histories*. John Wiley & Sons, New York. Reprinted 1990, University Press of Colorado pp. 49-73.
- RABE, M.; S. SPIECKERMANN, Y S. WENZEL. (2009) "Verification and validation activities within a new procedure model for V&V in production and logistics simulation". En *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference*, ed. M. D. Rossetti, R. R. Hill, B. Johansson, A. Dunkin y R. G. Ingalls, 2509-2519. Piscataway, New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- RYKIEL, E J (1996) "Testing ecological models. the meaning of validation", *Ecological Modelling* 90, 229-244.
- SARGENT, R. G (1982) "Verification and validation of simulation models". En *Progress in Modelling and Simulation*, ed. F. E. Cellier, 159-169 London. Academic Press.
- SCHLESINGER, S. et al. (1979) "Terminology for model credibility" *Simulation* 32 (3): 103-104.
- STARFIELD, A.M. Y BLELOCH, A.L., (1986) *Building Models for Conservation and Wildlife Management*. Macmillan, New York, NY, 253 pp