

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVIII JORNADAS

VOLUMEN 14 (2008)

Horacio Faas
Hernán Severgnini

Editores



ÁREA LOGICO-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



El significado filosófico de las plantillas computacionales (*computational templates*) como nuevo modo de hacer ciencia

José V. Ahumada*

En la discusión actual sobre la novedad de las simulaciones computacionales y su diferenciación de métodos previos, Paul Humphreys ha colocado como nueva unidad de análisis filosófico a los *templates* o plantillas computacionales. El uso que se hace de estas plantillas en ciencias temáticamente muy diferentes, muestra que no se reducen a la noción de tradicional de modelos, ni a la de representación. En este trabajo me propongo analizar las bases conceptuales de esta propuesta y la recepción que ha tenido en la literatura reciente. Finalmente consideraré en qué medida la definición de simulación computacional de Hartmann¹ adoptada por Humphreys en *Extending Ourselves* (2004) depende o no de las plantillas computacionales.

1. Introducción

En los últimos cinco años aparecen por lo menos dos intentos de mostrar que hay un nuevo modo de hacer ciencia. Por un lado tenemos la propuesta de Wolfram en *A New Kind of Science* (2002) que propone que los autómatas celulares constituyen un modo novedoso de hacer ciencia que superará a los tradicionales basados en las matemáticas. Por otra lado, y muy relacionado al anterior, los trabajos de Humphreys (2004) cuya propuesta central consiste en mostrar que las simulaciones computacionales constituyen una novedad metodológica y filosófica que no se identifica o puede reducirse a unidades de análisis tradicionales de teoría, modelo o representación.

Para esta audaz empresa, P. Humphreys utiliza la noción de *templates* computacionales o plantillas computacionales. Los *templates* computacionales forman parte de una simulación computacional y a mi entender constituyen el pilar fundamental a partir del cual Humphreys deriva la novedad e importancia filosófica de las simulaciones.

Pero, ¿qué son los *templates*? Humphreys distingue entre *templates* teóricos y computacionales. Los primeros son esquemas que describen restricciones muy generales sobre las relaciones entre entidades o variables como por ejemplo, la segunda ley de Newton. La aplicación a un caso dado requiere que se especifique una función de fuerza. Si la ecuación más específica resultante es computacionalmente tratable se arriba a un *templates* computacional (Humphreys, 2004:61-62)². Desde el punto de vista filosófico, una primera y obvia respuesta sería identificarlo con la noción de modelo, una noción tradicional, muy elaborada en la filosofía de la ciencia y utilizada como unidad de análisis en las llamadas aproximaciones semánticas. Si esta identificación o reducción fuera posible, entonces los *templates* computacionales no mostrarían nada novedoso. ¿Pero si es así, donde está la diferencia? Los *templates* no son modelos para Humphreys porque son más abstractos que los modelos, en el sentido que no son *representación de algo específico*. Sólo después de haberse especificados la información del dominio, se transforman en modelos del fenómeno. En términos de modelos, se podría decir que constituyen más bien, núcleos sintácticos comunes a un conjunto de modelos posibles. En otras

* UNC jose@ffyh.unc.edu.ar

palabras, los modelos tienen alguna información semántica o información sobre algún dominio mientras los *templates* sólo tienen sintaxis y por esa razón pueden aplicarse a una gran variedad de casos una vez que se incorpora el conocimiento que requiere el dominio al cual intenta aplicarse. Es la aplicabilidad a un amplio dominio y su naturaleza exclusivamente sintáctica lo que diferencia a estos esquemas de los modelos. No obstante, no queda claro, siguiendo a Lenhard (2006), si los *templates* deben ser concebidos como una nueva forma matemática o reemplazan a las representaciones matemáticas. El uso en diferentes contextos también se da en la matemática en general. Tal vez esta sea la causa por la cual a muchos le resulta difícil comprender la noción de *templates*.

Knuutila et al (2007) consideran que podemos entender mejor a los *templates* si los consideramos como formalismos matemáticos que son computacionalmente tratables. La importancia de este aporte, para la discusión sobre la importancia filosófica de las simulaciones, es que los *templates* al ser este tipo de formalismo, no son modelos de fenómenos. La misma sintaxis podría resultar útil en modelos computacionales que no son temáticamente relacionados. No todos admiten estas características de los *templates* y las simulaciones como independiente de los modelos. French (2005) en una reseña de "Extending Ourseleves" ha señalado que la concepción semántica de las teorías basada en modelos podría ser relevante a los conceptos de *templates* y simulación computacional

No estoy convencido que un adherente a la así llamada aproximación semántica o teórico-modelística (como yo mismo) no pueda acomodar tales *templates* dentro de la jerarquía de teorías, modelos, etc. Más importante aún, podrían haber sido resultados de la garantía ofrecida por las simulaciones y como esto impacta sobre teorías y modelos vía interconexiones relevantes (French, 2005:264)

Veremos más adelante esta posibilidad, conceptos de modelos que no posean las características del concepto tradicional de modelo o las características que les atribuye Humpreys. No obstante, sigue siendo problemática la posibilidad de que la concepción semántica pueda usar su concepción abstracta de modelo para dar cuenta del uso de la simulación en las prácticas científicas. La cuestión no es trivial, como ya dije anteriormente, esta limitación de los modelos, haría imposible que las filosofías basadas en esta noción puedan dar cuenta de estos nuevos modos de hacer ciencias. Obviamente, esto no deja cerrada la discusión, los seguidores de las concepciones semánticas podrían acomodar la noción de *templates* a su concepción de modelos o plantear directamente que las simulaciones no son una novedad filosófica (Frigg & Reiss).

2. Significancia o implicancias filosóficas de los modelos

Entre los pocos trabajos en la literatura filosófica que tratan los *templates* están los de Otto Lappi (2007) y Tarja Knuutila (2007). Ambos abordan las redes neuronales como ejemplos de *templates* en ciencias cognitivas y apuntan en la misma dirección, sostienen que la noción de *templates* puede utilizarse para explicar el rol que tienen las redes neuronales en ciencias cognitivas y en neurociencias computacional. Por ejemplo, Lappi considera que los *templates* son ontológicamente neutros y que por esa razón constituyen un modo sumamente interesante de plantearse el rol de las redes neuronales para conectar de un modo no reduccionista psicología con neurociencias. Lappi presenta el caso de los estudios de los análisis de problemas de coherencia por parte de Thagard y Verbeurgt como caso paradigmático. La relación que estos

dos autores encuentran entre caracterización abstracta formal (mediantes redes neuronales) y teorías psicológicas, es un ejemplo de *templates*.

La contribución filosófica de este trabajo es que ofrece una caracterización abstracta formal que unifica a numerosas teorías psicológicas. Ofrece una nueva estructura matemática que abarca teorías de satisfacción de restricciones de evaluación de hipótesis, mapeo analógico, comprensión del discurso, etc. (Thagard & Verbeugt, 1998).

A diferencia de Humphreys, Loppi considera que estos ejemplos de *templates* no solo son significativos a partir del éxito predictivo a través de diferentes disciplinas o temáticas sino también a partir de las posibilidades de unificación explicativa.

Knuuttila toma otro aspecto del planteo de Humphreys, la distinción representación-cómputo. Para Humphreys las simulaciones computacionales basadas en *templates*, privilegian la noción de cómputo por sobre la de representación. Knuuttila cree que los *templates* no son representaciones en el sentido del realismo representacional pero podrían serlo a partir de un concepto diferente de representación. Nos dice,

Es cierto, por ejemplo, que las redes neurales jugaron un rol de funcionamiento análogo al cerebro, pero para los científicos no son representaciones realistas de estructuras y procesos neurales humanos. Mas bien, las redes neurales sirven como un medio para comprender los procesos cognitivos en un nivel más abstracto (2007).

Para Knuuttila el hecho de que los *templates* sean aplicables a un amplio y dispar dominio sugiere que la noción tradicional de modelo basada solamente en una representación precisa de su objeto debe ser cuestionada. Sería un argumento más contra la concepción representacionista de la representación que ella cree que es un modo inadecuado de aproximarse a la actividad científica actual.

Knuuttila, rescata la noción de representación e intenta reformularla en términos de producción, más acorde al uso que se le da en estudios sociales de la ciencia. Su concepción de los modelos como artefactos epistémicos, adopta este tipo de representación que no está basada en isomorfismo o similaridad. Pero para considerarlo como argumento a favor de la propuesta de Humphreys debería aclarar porque no son modelos. Una salida es señalando que hay claras diferencias entre los procesos de construcción de modelos y los de construcción de simulaciones. Las simulaciones pueden generarse a partir de un modelo pero luego pueden independizarse del mismo y aplicarse a otros dominios. Aunque esto último podría leerse también en sentido opuesto, si los procesos de generación son iguales, es muy poco lo que pueden aportar filosóficamente las simulaciones. Es un buen argumento cuya discusión excede este trabajo pero me parece que la independencia que logran en el contexto de aplicación puede ser suficiente para plantear la novedad de esta metodología. Tampoco creo que sea un problema aceptar la versión extendida de modelo como artefactos epistémicos, que prácticamente podría considerarse como otra forma de denominar y caracterizar la noción de *templates* aunque como veremos más adelante las simulaciones exceden a esta concepción de modelos. Veamos la definición de Knuuttila de los modelos como artefactos epistémicos:

Nuestra comprensión de modelos no debe ser reducida a modelos representando algún sistema externo de destino. A parte de ser cosas representativas, los modelos son

típicamente también cosas productivas cuya factibilidad y experimentabilidad son cruciales para su valor epistémico. (Tarja Knuuttila, 2005)

Knuuttila propone una noción de modelo que en principio es afín a las simulaciones computacionales, comparten su naturaleza experimental, pero las simulaciones computacionales tal como las entiende Humphreys poseen otras características. La facilitación del cálculo es otro de los ingredientes que debe ser tenido en cuenta y no es claro que los modelos como artefactos epistémicos pueden abarcar esta función.

Las funciones de representar al mundo y facilitar el cálculo muestran en la ciencias computacionales que no son dos funciones máximamente optimizables (Humphreys, 2004.95).

Esto explica también por qué las concepciones sintácticas de las teorías, a pesar de que pueden implementarse computacionalmente, lo hacen a un nivel tan alto de abstracción que muchas veces hacen prácticamente imposible el cálculo. Es un aspecto que la teoría clásica de resolución de problemas y la IA había instalado, pero que no entró en el modo en que los filósofos entendieron las representaciones científicas: para solucionar problemas la forma específica de la representación importa. Es por esta razón que para mí, lo que hace en definitiva Humphreys, es simplemente tomar una noción de representación que ha sido moneda corriente en la IA y ciencias cognitivas. En este sentido, una buena representación es aquella que permite resolver computacionalmente un problema, o lo logra en menor tiempo que otras representaciones. Este modo de ver la representación, no es representacionista ni dependiente de "modelos de". También es un concepto objetivo de representación cuyas ventajas en casos concretos que se puede determinar por los tiempos de cálculo en una computadora digital, de esto me parece que Knuuttila no es consciente.

En síntesis, creo que estos estudios de simulación contribuyen a una mejor comprensión del concepto de representación más afín a como entiende este concepto la IA o las ciencias cognitivas.

3. Simulación y modelos

En los últimos años han surgido nuevas formas de entender la noción de modelo y muchos de los que trabajan en este tópico han extendido sus intereses a la simulación computacional. Por lo tanto, la propuesta de Humphreys de relativizar o excluir la importancia de los modelos para la comprensión de las simulaciones ha generado reacciones. Salvo algunas excepciones, la mayoría propone como salida, concepciones alternativas de lo que es un modelo como estructura o unidad básica de análisis de las simulaciones computacionales. Esto hace, como dijimos anteriormente, que nos preguntemos si es posible asimilar la simulación computacional a algún otro concepto de modelo ya sea como mediadores o como artefactos epistémicos. La noción de modelos como artefactos epistémico de Knuuttila parece ser la versión más reciente y elaborada de esta tendencia. Hasta ahora presenté el aspecto representacional de esta propuesta, resta considerar el concepto de modelo involucrado. En primer lugar considero que rescata la dimensión material de los modelos y sus posibilidades de intervención. En este sentido, no es muy diferente a la versión de modelos como mediadores de Morgan-Morrison (1999), aunque esta última sigue atada a una

concepción representacionalista de los modelos. Los modelos como artefactos epistémicos intentan salirse de la idea tradicional de modelos al independizarse de la “representación de”.

La pregunta que inmediatamente aparece es si esta concepción de los modelos como artefactos epistémicos supone una concepción de modelo en un sentido tradicional. También podríamos preguntarnos, si la aceptación de la simulación bajo estas dos formas de ver a los modelos (mediadores y artefactos epistémicos) nos lleva a que las simulaciones carezcan de interés filosófico o no constituyan una novedad. Una primera respuesta sería pensar que estos dos puntos de vistas sobre los modelos, aunque están íntimamente relacionados, no agotan la noción de *templates*. Por ejemplo, que el aspecto computacional del mismo no quedara adecuadamente dimensionado. Humphreys ha manifestado recientemente (en prensa), que hay dos dimensiones del tiempo en las simulaciones, por un lado la simulación imita la dinámica temporal del sistema destino pero por otro, el tiempo es importante en la factibilidad del cálculo. No sería un factor decisivo de la concepción tradicional de modelos vinculada a una concepción más bien de tipo representacionalista de los mismos, tener en cuenta los tiempos de cómputos. Esto es clave en las simulaciones computacionales actuales o por lo menos en una cantidad importantes de estas. No veo como puede afrontar esta dificultad la concepción de modelos de Morgan-Morrison. Pero, ¿puede hacerlo la concepción de Knuuttila de los modelo?

No hay una respuesta directa a este interrogante. En primer lugar se podría decir que los modelos como artefactos epistémicos apuntan al aspecto interventivo-material de las simulaciones computacionales. Es una concepción de modelos que encaja en los denominados “modelos para” y no en los “modelos de”.

El *parser*³ de este modo representa para nosotros un claro caso de ser un *modelo para* en lugar de ser un *modelo de algo* (Fox Keller, 2000). Es, mas bien, una nueva clase de cosa en sí misma que una representación de algo que ya existe. (Tarja Knuuttila, 2005:62)

Lo que muestran estos argumentos según Knuuttila es que no se necesita de la noción de “representación de” algo para constituir una buena simulación. Pero no queda claro que estas simulaciones (*Parser*) ejemplifiquen la relación representación-cálculo que introduce anteriormente. La dimensión material de esas simulaciones son restricciones al formalismo del programa pero no indican como puede optimizarse la relación. Un argumento que refuerza esta interpretación es que la noción de “modelos para” de Keller-Gannett (Fox Keller, 2000, Gannett, 1999) estuvo destinada a apuntalar una explicación pragmática basada en una mejor intervención, no a señalar una mejor representación que hace a un cómputo más rápido. Se prefiere una simulación computacional de fracturas de huesos porque permite mejores intervenciones que hacerlo con huesos naturales. Pero insisto, la relación representación-cómputo va más allá de una elección entre intervenciones aunque implique alguna forma de intervención cuando se prueban representaciones en un *hardware* determinado. Aunque en un párrafo posterior al antes citado le otorga a los *parser* una función inferencial que puede estar más acorde a la idea de representación vinculada al cálculo.

Es en su rol como mecanismo inferencial que el *parser* llega muy cercanamente a funcionar como una representación de alguna clase. (Tarja Knuuttila, 2005:63)

Pero, considero que la propuesta de Knuuttila es solo un nombre diferente para la distinción ya presentada de Evelyn Fox Keller (2000) de “modelos para” que a su vez proviene de las explicaciones genéticas de Lisa Gannett (1999).

Veamos una de las afirmaciones muy interesantes de Gannett que puede señalar una perspectiva sutilmente alternativa para evaluar a las simulaciones computacionales.

El foco se mueve de cuestiones respecto a la veracidad de diferentes representaciones de la realidad a cuestiones respecto a preferencias de ciertas clases de intervenciones sobre otras. (Gannett, 1999:200)

¿Esto es precisamente lo que propone en parte Humphreys para dimensionar la novedad de las simulaciones a partir de tomar como unidad de análisis los *templates*? Al igual que Knuuttila, uno estaría tentado a responder afirmativamente pero, no hay que olvidar la relación representación-cómputo es clave para escapar a la imitación temporal (representacional) en las simulaciones dinámicas.

No obstante la frase puede tener otras implicancias, y va más allá de las simulaciones basadas en *templates*. Deja abierta la posibilidad que las simulaciones posean garantías epistémicas a pesar de no ser una mejor representación del sistema destino, dado que no comparten su misma materialidad como ocurre en algunos experimentos. En otras palabras, la dimensión interventiva puede superar a la representacional. Le damos más garantías a una simulación del clima que a un experimento porque podemos intervenir más en la simulación que en el experimento real.

¿Pero los “modelos para” de Fox Keller-Gannett y los modelos como “artefactos epistémicos” de Knuuttila siguen siendo modelos y por ende contraejemplos a la versión de Humphreys que los modelos no son necesarios para comprender la relevancia filosófica de las simulaciones computacionales? Esto es clave en esta discusión y no es fácil de responder. Una primera respuesta podría ser que la noción de “modelos para” o “artefacto epistémico” son construcciones producto del surgimiento de las simulaciones computacionales. Las simulaciones más que radicalizar la idea de modelo como artefactos epistémicos o de “modelos para” parece más bien generar estas concepciones de modelos. Personalmente considero que estas tres concepciones de modelo no pueden dar cuenta de la relación representación-cálculo que es determinante en muchas simulaciones computacionales.

4. Conclusión

Simulaciones computacionales, principalmente las basadas en *templates* que han probado funcionar en dominios diferentes, no parecen poder reducirse a una idea tradicional de modelo dado que se alejan de una noción representacionista de modelos en el sentido de “modelo de”. La novedad que Humphreys le atribuye a estas simulaciones no queda opacada por la noción de “modelo para” dado que más bien los “modelos para” parecen derivar de las simulaciones computacionales y escapan a una explicación de tipo genética. Los ejemplos dados por Knuuttila, de *parser* y redes neuronales son indicios de esta tendencia. Aunque los ejemplos más contundentes en esta dirección son los autómatas celulares y sistemas basados en agentes donde la transdisciplinariedad y la casi inexistencia de modelos subyacentes son más evidentes. La novedad filosófica de estas simulaciones depende de la noción de *templates* dado que las

simulaciones que cumplen este rol son aquellas que no dependen de un modelo subyacente. Las simulaciones computacionales dinámicas, donde existe una imitación por lo menos temporal de un proceso por otro proceso, no parecen ejemplificar filosóficamente la novedad por independencia de unidades tradicionales de análisis. En "The Philosophical Novelty of Computer Simulation" (en prensa) Humphreys responde a esta inconsistencia que señalé y coloca a las simulaciones basadas en agentes y no a las simulaciones dinámicas como mejor ejemplo para apoyar a la novedad filosófica de las simulaciones computacionales. No estoy seguro si la definición de simulación del 2004 (basada en la de Hartmann 1996) depende o no de *templates*, pero es claro que es representacional y como tal no es un buen ejemplo de novedad por autonomía o independencia de nociones tradicionales. Esto no implica que tales simulaciones dinámicas carezcan de importancia filosófica, solamente que no lo son por su independencia de las nociones de modelo y representación.

Notas

¹ La definición adoptada es la de Hartmann (1996:82): Las simulaciones están estrechamente relacionadas a modelos dinámicos. Más concretamente, una simulación resulta cuando las ecuaciones del modelo dinámico subyacente son resueltas. Ese modelo está diseñado para imitar la evolución en el tiempo de un sistema real. Dicho de otro modo, una simulación imita un proceso mediante otro proceso. En esta definición, el término "proceso" refiere solamente a algún objeto o sistema cuyo estado cambie con el tiempo. Si la simulación corre sobre una computadora, es llamada una simulación computacional.

² Redes neuronales, recocido simulado (*simulated annealing*) son ejemplos de *template* computacionales. Son esquemas muy generales que pueden ser aplicados en áreas diversas con solo agregar datos específicos al dominio.

³ *Parser* proviene de "Constraint Grammar Parser", un modelo computacional de una sintaxis cuyo principal objetivo es dar un análisis morfo-sintáctico de un cuerpo textual (Knuuttila 2005:62). Los *parsers* ejemplificados por Knuuttila no son "modelos de" debido a que en la mayoría de los casos no usan la misma gramática del lenguaje al cual se dirigen o a la gramática que propone el lingüista.

Bibliografía

- Fox Keller, E. (2000). Models of and Models for: Theory and Practice in Contemporary Biology. *Philosophy of Science*, 67, 72-86.
- French, S. (2005). Underextended Realism. *Metascience*, 14(2).
- Frigg, R., & Reiss, J. The Philosophy of Simulation: Hot New Issues or Same Old Stew?
- Gannett, L. (1999). *Genetic Variation. Difference, Deviation, or Deviance?*, University of Western Ontario.
- Hartmann, S. (1996). The World as a Process: Simulation in the Natural and Social Sciences. In R. Hegselmann, U. Muller & K. Troitzsch (Eds.), *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View* (pp. 77-100): Kluwer Academic.
- Humphreys, P. (2004). *Extending Ourselves: Computational Science, Empirism and Scientific Method*: Oxford.
- Humphreys, P. (en prensa). The Philosophical Novelty of Computer Simulation [Electronic Version], from http://www.romanfrigg.org/Links/MS1/Synthese_MS1_Humphreys.pdf Con acceso 01-05-2008
- Knuuttila, T. (2005). *Models as Epistemic Artefacts: Toward a non-representationalist Account of Scientific Representation*. University of Helsinki, Helsinki.
- Knuuttila, T., Rusanen, A.-M., & Honkela, T. (2007). *Self-Organizing Maps as Traveling Computational Templates*. Paper presented at the Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks, Orlando, FL, USA.
- Lappi, O. (2007). *Computational Templates, Neural Network Dynamics, and Symbolic Logic*. Paper presented at the Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks., Orlando, Florida, USA.
- Lenhard, J. (2006). Book Review *Minds and Machines*, 16(1), 95-100. <http://dx.doi.org/10.1007/s11023-11005-19007-x>.
- Morgan, M., Morrison, M., Skinner, Q., Tully, J., Daston, L., & Ross, D. (Eds.). (1999). *Models As Mediators. Perspectives on Natural and Social Science*. Cambridge University Press.
- Thagard, P., & Verbeurgt, K. (1998). Coherence as Constraint Satisfaction. *Cognitive Science*, 22, 1-24
- Wolfram, S. (2002). *A New Kind of Science*: Wolfram Media Inc.