

Las prácticas científicas:  
aportes para un enfoque  
epistemológico

Edición técnica: Federico Mina

García, Pío

Las prácticas científicas : aportes para un enfoque epistemológico / Pío García ; Víctor Rodríguez ; Marisa Velasco ; edición literaria a cargo de Pío García ; Víctor Rodríguez ; Marisa Velasco. - 1a ed. - Córdoba : Brujas, 2011.  
v. 1, p. 178; 21x14 cm.

ISBN 978-987-591-273-1

1. Filosofía de la Ciencias. I. Rodríguez, Víctor II. Marisa Velasco III. Pío García, ed. lit. IV. Víctor Rodríguez, ed. lit. V. Marisa Velasco, ed. lit. VI. Título  
CDD 501

© 2011 Editorial Brujas

1° Edición.

Impreso en Argentina

ISBN: 978-987-591-273-1

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de tapa, puede ser reproducida, almacenada o transmitida por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o por fotocopia sin autorización previa.



[www.editorialbrujas.com.ar](http://www.editorialbrujas.com.ar) [publicaciones@editorialbrujas.com.ar](mailto:publicaciones@editorialbrujas.com.ar)

Tel/fax: (0351) 4606044 / 4691616- Pasaje España 1485 Córdoba-Argentina.

# Hacia una noción de simulación computacional: una revisión de la propuesta de Humphreys

*Pío García*

*Marisa Velasco*

## **I. Introducción**

La reflexión filosófica acerca de las simulaciones computacionales (SC) se ha incrementado en los últimos años. Para algunos filósofos esta reflexión es relevante porque el uso de SC en ciencia implica algún tipo de novedad epistémica y metodológica (Humphreys, 2004, 2009). Esta perspectiva ha sido cuestionada por otros filósofos que entienden que las estrategias metodológicas utilizadas en las SC no involucran ninguna novedad sustantiva (Frigg & Reiss, 2009). Más allá de la discusión acerca de la eventual novedad que implicarían las SC, se impone como una tarea previa la caracterización de los aspectos centrales de una SC. En este sentido, aunque es importante el análisis de casos particulares, no parece sencillo ir más allá de éstos a fin de lograr una caracterización que dé cuenta de aspectos generales de las SC y que a su vez sea sensible al rol de las SC en las prácticas científicas. La propuesta de Humphreys (2004, 2009) es una de las más importantes en este sentido, por lo que nos abocaremos a su análisis en el presente trabajo.

Para algunos investigadores, la tarea de caracterización de las SC involucra compararlas con otros tipos de actividad científica. La práctica experimental suele ser la actividad preferida para realizar dicha comparación porque parece ofrecer el contraste apropiado para marcar las diferencias entre una actividad de carácter “interventiva” y una práctica de carácter “representacional”. Guala (2002), Morgan (2003), Parker (2009) y Winsberg (2009), entre otros, han tomado este camino comparativo para entender a las SC, intentando mostrar que entre estas actividades científicas hay formas diferentes de justificar el conocimiento (Winsberg), de confiabilidad epistémica y tipos de “materialidad” (Morgan) y de usos de las condiciones materiales

que hacen posible a las SC (Parker). De esta manera la novedad de las SC debería emerger como resultado de este trabajo comparativo.

Otros investigadores toman un camino más directo para caracterizar a las SC. Para Humphreys, como dijimos más arriba, las SC pueden ser de interés para los filósofos si conllevan alguna novedad *metodológica*. Esta novedad metodológica ha sido reelaborada de diferentes maneras en el libro *Extending Ourselves* (2004) y en el artículo *The philosophical novelty of computer simulation methods* (2009). En el artículo de 2009, Humphreys desarrolla la idea de que la “opacidad” epistémica puede ser una característica distintiva de las SC. Esta propuesta aparecía insinuada en las conclusiones de *Extending Ourselves*. De cualquier manera en este libro la novedad metodológica de las SC está asociada principalmente con lo que Humphreys llama “ciencia computacional”<sup>1</sup>. Para este autor la ciencia computacional instancia una nueva clase de método científico. Esta nueva clase de método puede describirse apelando a diferentes componentes, “algunos familiares y otros no tanto, pero que tomados conjuntamente llevan a maneras de hacer ciencia que no encajan con la tricotomía tradicional entre teoría, observación y experimento” (Humphreys, 2004, p. 51). Es en este contexto donde Humphreys intenta caracterizar a las SC. Por esta razón será necesario indagar brevemente en algunas de las razones que llevan a Humphreys a sostener esta posición, para luego analizar de qué manera se insertan las SC en este esquema.

## II - Ciencia computacional y opacidad epistémica

Humphreys ve a los instrumentos como aquellos dispositivos que “extienden” nuestras capacidades cognitivas. Esta “extensión” de las habilidades naturales humanas puede realizarse “extendiendo una modalidad existente, tal como la visión, en una dimensión dada” (p. 4). A este tipo de “extensión” lo llama Humphreys “extrapolación”, y sería el caso de los microscopios o telescopios ópticos. Cuando el acceso a un fenómeno bajo una modalidad sensorial es convertido en otra modalidad, entonces tendríamos una “extensión” por

---

<sup>1</sup> Esta denominación no debería confundirse con lo que se suele llamar Ciencia de la Computación la cual está centrada en los aspectos formales de la computación.

“conversión”. Este sería el caso de un sonar que presenta la información en términos visuales. Finalmente, cuando los instrumentos nos permiten acceder a aspectos del mundo para los cuales no estamos “equipados” naturalmente, tendríamos un caso de “aumento”. Para ejemplificar este último caso imaginemos que estamos en presencia de un cajón con arena negra al cual se le ha añadido limadura de hierro. No parece sencillo discriminar entre la arena negra y el hierro a través de nuestra capacidad visual. El sentido de la vista en los seres humanos no tiene el grado de precisión necesaria para poder realizar la tarea de discriminación de manera eficiente. Pero, podríamos utilizar un imán para sacar la ralladura de hierro del cajón de arena. Como el magnetismo no está entre nuestras capacidades naturales, llamamos a este caso de extensión cognitiva “aumento”.

Como puede verse del párrafo anterior, Humphreys está suponiendo en toda esta discusión un aspecto antropocéntrico. Sin embargo, como veremos enseguida, este aspecto no adquiere siempre un sentido absoluto y parece tener simplemente una función referencial. De manera análoga a lo que ocurre con los instrumentos, Humphreys sostiene que las computadoras nos permiten extender nuestras capacidades matemáticas naturales. Esta extensión a través del uso de computadoras parece darse principalmente como “extrapolación” o como “conversión”. Así como los telescopios ópticos “alteran” la escala espacial humana, las computadoras, con su velocidad de procesamiento, “alteran” (o extrapolan) la escala temporal humana. Igualmente es innegable que una de las grandes ventajas del uso de computadoras en ciencia consiste en la posibilidad de “convertir” información numérica en información gráfica (p. 5). Parece más difícil, según Humphreys, argumentar a favor de un análogo, en el uso de las computadoras, de lo que hemos llamado “aumento”.

La analogía con los instrumentos es utilizada para destacar distintos aspectos relacionados con el uso de las computadoras. Por un lado, son caracterizados como una “extensión” de las habilidades – matemáticas- naturales que hemos comentado más arriba. Por otro lado, Humphreys intenta utilizar nuestras intuiciones acerca de la aparente continuidad entre las capacidades sensoriales humanas e instrumentos que las mejoran, para apoyar la inclusión de los seres humanos en la clase de los instrumentos de cómputos. Esta última afirmación tendría como consecuencia que la ciencia computacional

que pretende caracterizar Humphreys no habría comenzado con la revolución digital, sino con el uso de las matemáticas por parte de los seres humanos.

Esta visión de las computadoras como instrumentos parece ajustarse bastante bien con la visión- extendida- de las computadoras como “meros” potenciadores de nuestras capacidades de cómputo naturales. Desde esta perspectiva, las computadoras no podrían hacer nada que *en principio* no pueda hacer un ser humano, y de esta manera no habría ninguna novedad metodológica genuina en la ciencia computacional. Sin embargo, esta afirmación supone que no habría una distinción –relevante o al menos no trivial- entre lo posible “en principio” y lo posible “en la práctica”. El que un ser humano pueda “en principio” realizar los cálculos necesarios para predecir patrones climáticos con una semana de antelación, es considerado por Humphreys como una “fantasía”. Esta afirmación resulta curiosa, porque si bien es cierto que el ejemplo anterior es una fantasía en términos prácticos, no es claro que lo sea en principio. Lo que parece considerar aquí Humphreys es que los procesos realizados por una computadora no están disponibles *siempre* para una confirmación paso a paso o para su duplicación por parte de los seres humanos (p. 52). De esta manera la “extrapolación de nuestras habilidades computacionales nos lleva a una región en donde lo cuantitativamente diferente llega a ser cualitativamente diferente” (p. 53). Así, lo cualitativamente diferente de los métodos computacionales parece estar apoyado en la plausibilidad de que los métodos computacionales sean, de alguna manera, epistémicamente opacos para nosotros. La forma en la cual dichos métodos son epistémicamente opacos puede ser entendida a través de algunas analogías sugeridas por Humphreys. Una de ellas sugiere que el proceso de “poner a prueba” todos los pasos de una implementación computacional es análogo al proceso de control de calidad realizado por un ser humano de, por ejemplo, una fábrica de bloques de juguete. La confiabilidad que puede tener este operario en cada paso no aseguraría que todo el proceso sea igualmente confiable. El operario puede en cualquier momento detener la cinta por donde pasan los bloques y verificar que un bloque está bien construido. Esto no significa que el operario verifica todos y cada uno de los bloques. Pero, Humphreys cita el problema de la opacidad epistémica en dos contextos bastante dife-

rentes. Por un lado, para apoyar la idea de que hay algo cualitativamente distinto en los métodos computacionales- en el sentido de que no puede ser replicado por un ser humano- y por otro lado, como un problema al cual hay que responder para decir que la ciencia computacional es ciencia genuina.

La afirmación de la continuidad entre humanos y computadoras, que se ha discutido tanto en el ámbito de la ciencia cognitiva, es presentada por Humphreys conjuntamente con otro supuesto igualmente controvertido. Si uno de los principales logros en el desarrollo de la ciencia ha sido “trascender las limitaciones epistémicas humanas” (p.6), entonces podría plantearse si hace falta construir una filosofía de la ciencia centrada en los seres humanos. Pero, si la ciencia puede independizarse de los seres humanos, entonces la opacidad epistémica deja de ser una objeción a la construcción de una ciencia genuina, si uno entiende a la opacidad epistémica en términos de accesibilidad humana. Sin embargo, a pesar de esta consecuencia, no está para nada resuelto el que se le pueda dar un sentido claro a la idea de una ciencia sin seres humanos. La imagen propuesta por Humphreys para dar una idea de qué significa una ciencia sin seres humanos, es la de una misión espacial llevada adelante por robots y que realiza sus tareas de manera independiente de los seres humanos que quizás para esa época ya se hayan extinguido. Podría hacerse más plausible la imagen si se hiciese referencia a algún tipo de inteligencia que pueda comprender los procedimientos llevados a cabo por los robots. Dicha inteligencia podría ser “robótica” o alienígena, de cualquier manera no sería humana y por esto serviría para el argumento. Esta parece, por otro lado, la intuición que está por detrás de algunas de las metáforas arqueológicas sugeridas por Popper para hablar del mundo-3. En estas metáforas quedan los libros – el mundo-3- pero sólo adquiere plausibilidad la imagen cuando hay otros seres humanos que los encuentran. A pesar de que la discusión acerca de ciencia -completamente- automatizada parece estar más cerca de la ciencia ficción, su relevancia se manifiesta cuando se considera la cuestión de la “opacidad” epistémica como una aspecto en el cual se puede defender la novedad metodológica de las simulaciones.

Recapitulemos la línea argumental de Humphreys. Por un lado este filósofo quiere mostrarnos que hay un nuevo tipo de actividad científica que él denomina “ciencia computacional”. Además, sugiere

que habría un aspecto que llevaría el peso de la novedad en una práctica particular de la ciencia computacional como son las SC. Este aspecto es el de la opacidad epistémica. La opacidad epistémica aparece más claramente en ejemplos en donde no resulta fácil obtener un modelo del comportamiento final de un sistema (como es el caso de algunos programas con agentes, con autómatas celulares o algoritmos genéticos). Pero la intención de Humphreys parece ser más general. El argumento del “inspector de bloques” y la referencia a la diferencia entre lo que se puede hacer “en principio” y “en la práctica” muestran que Humphreys intenta generalizar la opacidad epistémica a toda SC (y a toda actividad científica computacional de la suficiente complejidad para no ser accesible a los seres humanos).

Las notas centrales de las SC aparecerían ya sea a través de caracterización de la ciencia computacional o intentando mostrar que la opacidad epistémica es un aspecto distintivo de las SC. Al primer punto lo retomaremos en el apartado siguiente. En relación con la opacidad epistémica, este aspecto parece estar atado fuertemente a la reflexión de Humphreys acerca de la ciencia sin seres humanos. La velocidad de procesamiento y la complejidad que conlleva el uso de computadoras digitales en ciencia hace que pueda llevarse adelante la empresa científica sin que tengamos acceso, como seres humanos, a los procesos que la hacen posible. Este aparece como un resultado contra intuitivo, al menos en la forma en la cual lo presenta Humphreys. Sin embargo, esta parece ser la conclusión si aceptamos el argumento de que arribar a un resultado por medio de una computadora, involucra que *hay actividad científica* aunque no podamos acceder a los procesos computacionales subyacentes. Veamos ahora de qué manera la ciencia computacional podría servir para entender el uso de las computadoras en ciencia.

### III - Ciencia computacional y plantillas computacionales

Para mostrar la plausibilidad de la “ciencia computacional”, Humphreys propone una nueva “unidad de análisis”: las “plantillas computacionales” –*computational templates*. Estas plantillas no coincidirían con categorías más tradicionales en filosofía de la ciencia tales como teorías, leyes, modelos, programas de investigación o paradigmas. Un plantilla computacional podría entenderse en término de restricciones generales, más la condición de que sea “solucionable”. Cuan-

do no se da esta última condición –solucionabilidad- tendríamos una plantilla teórica<sup>2</sup>. De acuerdo con esta descripción tendríamos “plantillas computacionales” en diferentes niveles de abstracción, pero esto no significa que haya plantillas computacionales en todos los niveles. Encontramos una “plantilla computacional” cuando una forma matemática se convierte en tratable (p.52). De esta forma, parece que lo característico de la unidad de análisis elegida por Humphreys, las plantillas computacionales, es que tienen una forma -o una manera de describir sus restricciones- que las hace solucionables –tratables- por métodos computacionales. Así, el que se pase de métodos que quizás sean representacionalmente adecuados, pero no tratables computacionalmente, a métodos solucionables por medios computacionales es lo que le permite a Humphreys afirmar que habría un nuevo método científico: la ciencia computacional.

Subrayar la “solucionabilidad” de las plantillas computacionales parece ayudar a presentar una perspectiva filosófica “menos abstracta del método científico”. Pero, por otro lado, comparada con otras unidades de análisis tradicionales de la filosofía de la ciencia, las plantillas computacionales tendrían un grado de generalidad mayor a los modelos científicos, tal como son considerados aquí. En cierta medida, la posición que defiende Humphreys se puede entender como un intento de mantener un equilibrio entre la generalidad y la especificidad de las plantillas computacionales. No obstante no es claro que Humphreys logre este objetivo.

Humphreys intenta mostrar de qué manera su noción de “plantilla computacional” puede ser entendida como una unidad de análisis general. Así pretende “reorganizar” las disciplinas científicas, no ya considerando los objetos, entidades o procesos en particular, sino las plantillas computacionales. Este interés especial en la generalidad podría adjudicarse a la pretensión de mostrar que aquí hay una nueva clase de método.

---

<sup>2</sup> Podría darse el caso que la plantilla originaria fuese computacionalmente tratable y por tanto ya fuese, entonces, una plantilla computacional. Este esquema no pretende tener un sentido estrictamente secuencial, aunque en algunos casos pueda tenerlo.

Sin embargo, las “plantillas computacionales” no aparecen nítidamente diferenciadas de los modelos computacionales. En ocasiones Humphreys da la impresión de usar “plantilla computacional” como sinónimo de “modelo computacional”. Este uso parece estar fundado en la caracterización que este autor hace de modelo computacional, el cual estaría constituido, entre otros aspectos, por una “plantilla computacional”. Sin embargo, podría suponerse que en tanto Humphreys quiere usar las plantillas computacionales como la unidad de análisis que le permita caracterizar a la ciencia computacional, éstas deberán tener una generalidad de la cual adolecen los modelos computacionales. Esta manera de ver la relación entre plantillas computacionales y modelos computacionales sería consistente con la forma en la cual explícitamente intenta Humphreys realizar la distinción y además sería consistente con la forma en la cual caracteriza a los modelos computacionales, puesto que éstos últimos, además de estar constituidos por plantillas computacionales, se especifican por tener una “ontología”, un método de construcción y de corrección, entre otros aspectos. Sin embargo, estos mismos aspectos sirven para dar cuenta de las plantillas computacionales como objetos “construidos” – no “encontrados”-. Es más, entre los aspectos que caracterizarían a una plantilla computacional estaría la “ontología” entendida como “la clase de objetos representados en la plantilla” (p.78) y esta ontología sería “necesaria para hacer de un modelo general un modelo de un tipo de sistema específico” (p.78). Por supuesto, habría una manera de entender esta distinción entre modelos y plantillas computacionales haciendo referencia a niveles de abstracción. Pero, si la “especificidad” es la única característica que explícitamente se presenta para realizar la distinción no parece ser una tarea sencilla realizar esta distinción. Y esta tarea no es secundaria, en tanto para Humphreys las plantillas son la unidad de análisis que le van a permitir dar cuenta de una ciencia computacional.

Dejando de lado la cuestión de la distinción entre plantillas y modelos, un problema aparte es la manera en la cual las simulaciones computacionales se integran con el proyecto de Humphreys para caracterizar una ciencia computacional.

#### **IV - Simulaciones computacionales y plantillas computacionales**

Luego del esfuerzo realizado por Humphreys para caracterizar a las plantillas computacionales como unidad de análisis para lo que él llama ciencia computacional, podría esperarse que las simulaciones computacionales, como un ejemplo privilegiado de dicha ciencia computacional, fuesen abordadas desde esta perspectiva. Sin embargo, esto no ocurre, al menos no de manera directa. Probablemente esta falta de continuidad pueda rastrearse en los intentos de corregir su propuesta original de caracterización de la noción de simulación computacional. En 1990, Humphreys (1990) presenta una "definición provisoria" (*working definition*) de las simulaciones computacionales como "cualquier implementación computacional de un método para explorar las propiedades matemáticas de los modelos cuando no están disponibles métodos analíticos" (Humphreys 1990). Esta caracterización provisoria está construida atendiendo al aspecto distintivo de las plantillas computacionales: la "solucionabilidad".

No obstante, unos años después, Hartmann (1996) sugirió que esta definición provisoria dejaba afuera simulaciones computacionales que se realizaban por otras razones diferentes a la imposibilidad de encontrar una solución analítica - v.gr. cuestiones éticas, económicas o prácticas. Además, esa definición incluía usos de las computadoras que no necesariamente constituían simulaciones. Por estas razones, Hartmann propuso caracterizar a las simulaciones como un proceso que imita a otro proceso. Cuando esta simulación se implementa en una computadora, entonces tendríamos una "simulación computacional". Esta caracterización de Hartmann es vista luego por Humphreys como la "definición correcta" de una simulación computacional (Humphreys 2004, p.108). Pero, adoptar esta definición supone comprometerse también con el criterio propuesto por Hartmann para distinguir las simulaciones en general de las computacionales. Este criterio consiste en hacer referencia a un dispositivo computacional concreto. Así, lo característico de las simulaciones computacionales no estaría asociado a algún aspecto de las plantillas computacionales.

Pero, tal como está formulado este criterio por Hartmann, no serviría para realizar la distinción desde la posición de Humphreys. Puesto que para Humphreys los seres humanos pertenecen a la clase de los "dispositivos computacionales", entonces el que una simulación sea implementada en una computadora física, no puede ser el criterio

distintivo de las mismas. Si ese fuese el único criterio, entonces no habría en principio una clara distinción entre, por ejemplo, una simulación “mental” y una que llamamos habitualmente computacional – implementada en una computadora digital. Parece que Humphreys se ve obligado a utilizar un criterio casi “indexical” para dar cuenta de las simulaciones computacionales. De esta manera, la caracterización que hace este filósofo de las simulaciones computacionales no parece estar integrada de manera adecuada con el resto de su reflexión acerca de la “ciencia computacional”. Esta idea podría verse también por la forma en la cual re-define Humphreys la noción de ciencia computacional en el contexto de la discusión acerca de las simulaciones computacionales. Aquí dice Humphreys que la ciencia computacional se ocuparía del “desarrollo, exploración e implementación de modelos computacionales... usando dispositivos computacionales concretos” (p. 105).

Ahora bien, podría suponerse que la distinción entre simulaciones realizadas por seres humanos y realizadas por computadoras digitales no sea relevante en el contexto de la concepción de ciencia computacional de Humphreys. Sin embargo, esta propuesta exigiría una discusión más extensa, en particular por sus eventuales derivaciones metodológicas, como por ejemplo, la relación entre experimentos imaginarios y simulaciones computacionales. Más allá de la respuesta que se proponga para la cuestión de la relevancia de la distinción, podríamos encontrar en Humphreys algunas herramientas conceptuales que nos permitirían argumentar de otra manera.

#### **V - Simulaciones computacionales y contextos de uso**

Una de las formas en las cuales Humphreys se aproxima a las simulaciones computacionales es haciendo referencia a los “dispositivos físicos” que las implementan. Una simulación realizada en una computadora digital tiene asociada restricciones físicas que afectan directamente la capacidad de cómputo, tales como la memoria, la capacidad de almacenamiento o la velocidad de procesamiento (p. 109). Y si estas limitaciones permiten, en cierta medida, distinguir entre lo que puede simularse – lo posible en la práctica- y lo que no, entonces la referencia a los diferentes “dispositivos físicos” puede permitir una distinción entre simulaciones humanas y las realizadas por una computadora digital. Aunque ambos términos no se diferen-

cien en un sentido fuerte, las diferentes capacidades – de cómputo, almacenamiento, memoria etc- pueden hacer que estos términos se distingan en un sentido débil. Pero, además, Humphreys ha sugerido que, a cierto nivel, los cambios cuantitativos pueden llegar a convertirse en cambios cualitativos. Este nuevo criterio apela a restricciones físicas del dispositivo computacional- ya sea humano o artificial- pero no parece suponer un criterio abiertamente indexical, aunque sea compatible con él. No estamos aquí intentando defender esta noción particular sino mostrar que Humphreys tendría recursos teóricos para argumentar de otra manera.

Hasta aquí hemos analizado y criticado algunos de los supuestos de la propuesta de Humphreys a propósito del uso de computadoras en ciencia. Ahora bien, se puede distinguir la pretensión de Humphreys de argumentar a favor de una “nueva clase de método científico” de una pretensión más débil que sólo diría que hay aspectos novedosos en la forma en la cual se usan las computadoras en ciencia. Esta distinción entre una versión “fuerte” y una “débil” de la novedad metodológica asociada con las SC tendría algunas ventajas. En primer lugar, el fracaso – o al menos la falta de evidencia- de la versión fuerte no tiene que necesariamente hacernos descartar una versión más débil – centrada en las prácticas o en los usos-. En segundo lugar, esta división propuesta nos permitiría distinguir entre aquellos argumentos y supuestos que Humphreys necesita para mostrar que hay una nueva manera de hacer ciencia, de aquellos argumentos que sólo pretenden mostrar que hay algún tipo de novedad metodológica<sup>3</sup>. La versión débil pretende además rescatar la idea de que es en los usos de las computadoras en donde se podría eventualmente encontrar alguna novedad, si es que hay alguna. Si bien la versión fuerte parece destacar esta misma idea la unidad de análisis elegida por Humphreys –las plantillas computacionales- hace que no aparezca tan claro, en el desarrollo de su noción de ciencia computacional, que sea el contexto de las prácticas científicas el lugar privilegiado en donde indagar.

---

<sup>3</sup> Entre los primeros estarían los argumentos referidos a la opacidad epistémica y los referidos a los experimentos virtuales, puesto que lo que se quiere mostrar aquí es que son modos genuinos de hacer ciencia

Desde la perspectiva de los usos de las simulaciones computacionales se pueden destacar cuestiones que de otra manera quedarían relegadas a un segundo plano. Así, si bien Humphreys destaca en varias ocasiones la importancia de la “visualización” en la simulación, el que su reflexión esté entrada en la noción de cómputo o de “solucionabilidad” hace que aparezca el aporte de los eventuales usos de la visualización como un recurso meramente secundario. Este papel secundario no parece corresponderse con la importancia que tiene la organización de la información gráfica en diferentes simulaciones, como las climáticas. Otro aspecto que puede destacarse son los contextos de diseño, construcción, implementación y corrección de SC. En relación con el ámbito de construcción de modelos, Humphreys ha especificado qué dimensiones se deberían tomar en cuenta. La construcción de una plantilla o modelo computacional<sup>4</sup> requiere de una “justificación inicial” que permita dar cuenta de alguna manera del ese modelo pero que además pueda servir para modificarlo. De esta manera se puede decir que una plantilla supone una “interpretación intencional” que cumple la función de “guiar” sus modificaciones subsiguientes. La modificación de la plantilla estaría guiada no por consideraciones metodológicas generales, sino por los compromisos y supuestos iniciales. Estos supuestos involucran aproximaciones, idealizaciones, abstracciones, compromisos ontológicos y restricciones propias del fenómeno. Una idealización que ha sido implementada con el objetivo de hacer al modelo computacionalmente adecuado, puede ser modificada introduciendo aspectos “más realistas”. Tomar en consideración la justificación inicial asociada con los supuestos que finalmente constituyen una plantilla computacional colaboraría con la especificación del contexto de aplicación de una simulación, y principalmente ayudaría a entender las funciones epistémicas de esta última aunque no daría cuenta de todos sus aspectos relevantes.

El contexto de aplicación tal como lo entiende Humphreys involucra una teoría robusta a partir de la cual se construye una plantilla computacional. Sin embargo, esta caracterización no permite dar

---

<sup>4</sup> En el sentido en que usa Humphreys la expresión se refiere más que al hecho de que sea ejecutado en una computadora, a que este tipo de modelo privilegia el “cálculo” sobre la capacidad “representacional”.

cuenta de las funciones que cumplen algunas SC en donde la calibración y ajuste de parámetros pueda tener una función sustantiva. La generación de escenarios alternativos a partir de la calibración de parámetros permite una evaluación del peso relativo que puede tener una hipótesis. Evidentemente los “escenarios alternativos” adquieren importancia en aquellos casos en donde los modelos científicos son menos robustos.

#### **VI - Consideraciones finales**

Humphreys pretende presentar la novedad metodológica que supondría la inclusión de las computadoras en ciencia a partir de las formas en las cuales dichas computadoras se usan. Esta perspectiva que explícitamente destaca los usos, no parece corresponderse de manera natural con la unidad de análisis elegida por Humphreys – las plantillas computacionales- o mejor, *con la manera en la cual utiliza dicha unidad de análisis*. Este resultado podría ser una consecuencia de las dificultades para equilibrar fines parcialmente en conflicto como son el deseo de generalización y la pretensión de destacar los usos de las computadoras. Probablemente donde más claramente se vean estas dificultades sea en el intento de caracterización de las SC. Es más, en tanto la novedad metodológica es descrita por el propio Humphreys en términos de la interacción entre métodos no necesariamente nuevos, quizás no sea una buena estrategia buscar una única caracterización general de las simulaciones computacionales, en particular si se pretende destacar el contexto de las prácticas científicas. En este sentido, se pueden destacar los contextos de uso como un ámbito en donde buscar aspectos metodológicamente interesantes de las SC. Pero, es claro que estos contextos de uso serán más relevantes en aquellas SC con modelos menos “robustos”. Las SC cuyo resultado dependa fuertemente de la variación de parámetros pueden ser incluidos en esta categoría. En estos casos pueden destacarse recursos metodológicos particulares como la generación de “escenarios” en donde las relaciones entre las hipótesis a considerar puedan ser puestas a prueba a través de la variación sistemática de parámetros. Aquí la capacidad de las SC de generar mundos alternativos tiene una relevancia metodológica sustantiva.

#### **Bibliografía**

- Frigg, R., & Reiss, J. (2009). The philosophy of simulation: hot new issues or same old stew? *Synthese*, 169(3), 593–613.
- Guala, F. (2002). Models, simulations, and experiments. *Model-based reasoning: Science, technology, values*, 59–74.
- Hartmann, S. (1996). The world as a process: Simulations in the natural and social sciences. In Hegselmann, R., U. Mueller, & K. G. Troitzsch (Eds.), *Modelling and simulation in the social sciences from the philosophy of science point of view* (pp. 77–100).
- Humphreys, P. (1990). Computer Simulations. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1990*, 497–506.
- Humphreys, P. (2004). *Extending ourselves: computational science, empiricism, and scientific method*. New York: Oxford University Press.
- Humphreys, P. (2009). The philosophical novelty of computer simulation methods. *Synthese*, 169(3), 615–626.
- Morgan, M. S. (2003). Experiments without material intervention: model experiments, virtual experiments and virtually experiments. In H. Radder (Ed.), *The philosophy of scientific experimentation*. University of Pittsburgh Press.
- Parker, W. S. (2009). Does matter really matter? Computer simulations, experiments, and materiality. *Synthese*, 169(3), 483–496.
- Winsberg, E. (2009). A tale of two methods. *Synthese*, 169(3), 575–592.