

# Fenomenología de la explicación

en Física y en Inteligencia Artificial

Por José Gonzalez Florez  
y Germán Vargas Gullén

## Sumario

En el 1 se mira la relación entre [La causalidad y las creencias](#), para ello se apela fundamentalmente a la propuesta en que Glymour desarrolla la doctrina de Bayes y se vincula con la doctrina fenomenológica; en el 2 se tratan los [Niveles de explicación](#) tanto desde la perspectiva que de éstos ofrece Wartofsky como Simon; en 3 se desarrolla un planteamiento sobre [Explicación y superveniencia en la IA \(Inteligencia Artificial\)](#) que conjuga elementos de la temática en física, en lógica y en ciencias cognitivas, según la reciente investigación de Chalmers; y en el 4 se sacan las conclusiones que a juicio de los autores son relevantes para estudiar la relación entre [La formación en ciencias y la IA: perspectivas de la "educación virtual"](#).

## 1. La causalidad y las creencias

La relación entre “creencias previas” y “evidencia” se puede ver en un experimento señalando cómo él no es un mundo en sí mismo. Los datos que éste produce deben ser interpretados a la luz de todas las cosas conocidas antes de hacerlo, este es el meollo de la verdad en la regla de Bayes. Una cierta ley que ajusta los datos observados es más creíble si hay alguna razón previa para creer que la ley se mantiene, antes que introducirla *ad hoc* con el sólo propósito de ajustar los datos (Simon, H.A.: 26). Sea el caso, si el observador concibe la caída de los cuerpos como  $\frac{1}{2}gt^2$  y cuando se atiene a los hechos: somete a contrastación empírica lo que “cree”; esto tiene más valor que un conjunto de observaciones previas y hacer una búsqueda bien de entre leyes existentes o formulando una nueva para expresar lo dado fácticamente.

¿Es la “inducción” un “error metodológico” en el conocimiento científico?, ¿Cuál es el papel de la inducción en la construcción de “creencias”? La inducción es *experiencia*; en un caso, que lleva a “generalizaciones” sobre las cuales se despliega, en sucesivas derivaciones, esto es, deductivamente, modelos de representación de los fenómenos; en otro caso, es *mundo de la vida* que permite llegar a *idealizaciones*. El proceso de conocimiento, basado en experiencia efectiva de los sujetos, precisa la inducción como *condición necesaria*, no suficiente, del despliegue del conocimiento. Si bien en ella se obtienen “escorzos” o “dimensiones” de los fenómenos, éstos tienen que ser permanentemente completados, desarrollados y corregidos.

Investigativamente nunca se tiene conocimiento completo de todas las contingencias relativas a los hechos –aunque conozca condiciones necesarias y suficientes de ellos–; por esto, afirmación empírica se acepta como un “residuo” basado en “creencias” (Wartofsky, 392).

¿Qué sentido tiene, entonces, la *causalidad* como elemento-base para la construcción de “explicaciones científicas”? La casualidad cumple un papel funcional. Ésta radica en la construcción de un “modelo explicativo” con base en “atribuciones causales”. Éstas son “creencias” que, sometidas a la contrastación empírica, adquieren niveles de fiabilidad (Wartofsky, 392). La atribución de causalidad está basada en las *creencias* del sujeto, éstas son validadas por la evidencia. A esto lo llamó Husserl la “impleción” o “llenamiento de sentido” –el tránsito de la intuición a sus niveles de evidencia– (cf. *Investigaciones lógicas; Primera investigación*). Así se hace posible la comunicación entre el científico y el no-especialista en la comunidad, al tener en común el mundo como “terreno universal de creencia”. ...este es base tanto para la “prueba” de presunciones (creencias, conjeturas) como para la “inducción”.

Glymour, sobre la probabilidad –siguiendo la propuesta de Bayes– señala que la *probabilidad no indica la estimación del número de casos en que se puede dar la posibilidad de un hecho, sino la estadística de las creencias relativas a la ocurrencia del mismo, atribuida por los sujetos* (Glymour, 1999: 193).

Comprender implica: asumir y 'experimentar' el horizonte de quien o quienes han planteado atribuciones causales a partir de un universo finito de creencias, comprender es reconstruir la relación entre un conjunto de creencias que dan lugar (por mecanismos de inferencia válida) a un número preciso de atribuciones causales. En síntesis, en la relación *creencias-causalidad* se puede establecer que:

- El mundo es terreno universal de creencia, por una parte.
- El mundo mismo es –en tanto se quiera conocer– objeto de inducción.
- El conocimiento subjetivo del mundo –representado en creencias– “idealiza” la “experiencia”.
- Las idealizaciones son procesadas deductivamente hasta configurar “modelos de mundo”.
- Los modelos de mundo son objeto de constatación, contrastación, validación; en ellas se prueba su permanencia como “creencias” o se corrigen con nuevos supuestos o nuevas creencias.
- El origen común de conocimiento cotidiano y conocimiento científico es la experiencia subjetiva en el mundo de la vida.

## 2. Niveles de explicación

Hay dos niveles fundamentales en la construcción de explicaciones: el descriptivo y el causal; entre ellos median las taxonomías. Estos niveles pueden ser complementados con acciones progresivas o de tránsito de un “nivel bajo” (descriptivo) a un “nivel alto” (causal) con el uso de estrategias como la *problematización*, la *planeación*, el *descubrimiento* y la *deducción*.

¿Qué es una explicación? Una explicación es un conjunto de proposiciones que se ajusta a los hechos porque muestran su “causa” o porque “describe” los hechos. La tercera ley de Kepler describe (y continúa describiendo) los datos con gran exactitud. La teoría representada por las dos ecuaciones es una descripción algebraica de los datos (Simon, H.A.: 22). ¿En qué medida una 'buena' descripción es una adecuada explicación? ; acaso, ¿en cuanto permite comprender mecanismos y causas? En ambas clases de teorías, una función conecta los valores de las variables dependientes e independientes (Simon, H.A.: 24).

Newton, usando el cálculo inventado por él, mostró deductivamente que si sus leyes de movimiento y su ley de gravitación universal fueran válidas, los planetas girarían alrededor del sol con los períodos descritos por la tercera ley de Kepler. El autor proporciona el mecanismo explicativo sobre la causa del giro de los planetas. La ley de la gravitación sirvió como una explicación de por qué la tercera ley de Kepler se mantiene (Simon, H.A.: 23).

Bohr en 1912, con el fin de explicar otra ley puramente descriptiva (la fórmula espectral de Balmer, de 1883, aplicada al espectro de hidrógeno), dio más que una explicación satisfactoria; generó una teoría cuántica, pero sólo fue hasta 1926 que Heisenberg y Schrodinger introdujeron una formulación diferente (en dos distintas, pero más o menos versiones equivalentes): la teoría contemporánea de la “mecánica cuántica” (Simon, H.A.: 24).

Las taxonomías son *mediadoras* entre la descripción y la explicación; para la naturaleza las separaciones en medio de un conjunto de cosas con frecuencia se definen clases naturales. Los miembros de una clase natural comparten comunidades más allá de las requeridas para distinguir una clase de otra. Esas comunidades sugieren la existencia de mecanismos sobrepuestos que racionalizan la taxonomía (Simon, H.A.: 26).

Las descripciones son con frecuencia distinguidas de las explicaciones diciendo que las primeras responden a la pregunta sobre cómo se comporta algo; las últimas responden a la pregunta por qué se comporta de una manera particular (Simon, H.A.: 30). Si se tiene una *ley descriptiva* y a la misma se le puede atribuir *causa*, se da el paso hacia una *ley explicativa* (*ivid. op. cit.*). En sentido fenomenológico, se trata de 'ir a las cosas mismas', tal como se ofrecen a la experiencia subjetiva de mundo; con base en ello, se construyen descripciones de los fenómenos; en algunos casos, a partir de la búsqueda de la causa de los comportamientos de ellos, tal como han sido descritos; se avanza en complejidad hacia la construcción de explicaciones. Este es un primer sentido del título: *fenomenología de la explicación*.

El trabajo de la ciencia comprende un amplio rango de actividades dispares enfocadas a:

- Encontrar problemas, caminos de representaciones fenoménicas, datos (por observación o experimento);
- Planear experimentos y observaciones; inventar e improvisar instrumentos de observación; descubrir patrones en los datos (leyes descriptivas);
- Descubrir leyes explicativas;
- Deducir consecuencias, especialmente las observables en sistemas de leyes (estas incluyen predicciones y postenunciados); inventar nuevas representaciones (Simon, H.A.: 34).

Hay un nivel *convencional* de construcción de las explicaciones en la formulación de *leyes*. Éstas son un *dispositivo de la teoría*; más que un nivel explicativo puede darse: el nivel descriptivo, el taxonómico y el causal, pero en el explicativo –el más alto:– las leyes definen los términos teóricos que pueden también ser usados para examinar una teoría explicativa. No hay manera de separar definiciones y leyes (Simon, H.A.: 27).

### Leyes físicas

Tal vez queramos incluir entre las 'leyes físicas' principios cualitativos tales como *Todo suceso posee una causa, la causa es igual al efecto, o la materia ni se crea ni se destruye*, y podríamos, entonces, considerar éstos como leyes o principios físicos del más alto nivel o muy generales, que expresan relaciones invariantes con las que se 'explican' leyes de nivel inferior, del mismo modo que éstas, a su vez, explican los sucesos particulares.

Wartofsky: 342.

En la física se tiende a hallar más que *descripciones, explicaciones*. De ahí la necesidad de introducir, sobre toda descripción de algún fenómeno, un conjunto de *predicados* que sirva de principios para construir las atribuciones causales. Esto lleva, por una exigencia lógica, a formular explicaciones de más alto nivel. Se pasa así de *proposiciones simples* (descripciones, análisis de concordancia, covarianza, etc.) a *principios* –que son *proposiciones complejas*–. ...estas tienen el valor de: *principios cualitativos*, es decir, *no se refieren a magnitudes* –en los hechos–, ni siquiera a postulados para la observación. Se limitan a proponer características o cualidades que –en estrictez lógica– explican la causa de los fenómenos.

En la física una ley tiene que cumplir con las dos siguientes y esenciales propiedades: *relación de invariancia* y *legaliformidad*. La primera tiene que ver con la ocurrencia de los fenómenos, con su conformidad con los hechos –una y las veces que éstos sean sometidos a la observación; la segunda enuncia *formalmente* la *expresión* de la legalidad, el paso de su “darse” en los hechos a una formulación sistemática –de validez universal e indefinida– (Wartofsky 383).

Como consecuencia de esta *correlación –invariancia-legaliformidad o noema-noesis–* aparece uno de los elementos fundamentales y funcionales de las leyes en la física<sup>[1]</sup>: la *predecibilidad* (Wartofsky 385). Se da un paso de la comprensión cualitativa de los fenómenos a su formalización. El papel de las *ecuaciones diferenciales* radica en ofrecer una alternativa que permita omitir el uso de la expresión “causa”. Así:

Semánticamente, lo que Russell señala es que los físicos no usan el término *causa*, sino que se valen de ecuaciones diferenciales; con lo cual quiere decir que el físico evita de esta manera el uso de las nociones de *causa* que se avienen con el uso ordinario, eludiendo así las concepciones animistas y antropológicas que dicho uso lleva consigo. Pero esto es pretender que el físico nunca concibe lo que está haciendo si no es valiéndose de la descripción matemática y de las leyes que usa, y que por lo tanto separa el formalismo de la física de su interpretación (Wartofsky 393).

La “abstención metodológica” del uso de la expresión “causa” es un refinamiento que parece dar “mayor objetividad” a la física, excluyendo la posibilidad de establecer *modelos* con una visión holista de los fenómenos. La formalización y la representación matemática de la misma permite “refinar” los procedimientos de pensamiento (creencias, atribuciones causales, conjeturas); pero la necesidad de recurrir al *mundo de la vida* obliga a abrir la perspectiva de la

inclusión de la subjetividad –que paulatinamente puede superar el animismo– con recurso a modelos como *redes semánticas* y *redes bayesianas* –entre otros sistemas de representación– que permiten ver cómo se puede mirar la *explicación* desde la perspectiva del sujeto (Cartwright, N.; 2001: 248).

#### Explicación, leyes e IA (Inteligencia Artificial):

La explicación ha ido “migrando” hacia campos como los de la IA; este “nomadismo” de los conceptos también puede atribuirse al concepto “ley”; la cercanía de éste con el de explicación está dada en la raíz de estos dos modos de construcción de “modelos”:

- **Teorías unificadas.** En ciencias cognitivas –base de la IA–, el desarrollo de mecanismos explicativos conduce en la dirección de una teoría unificada, en el sentido propuesto por Newell (1990), quien parte de la observación de los procesos humanos de resolución de problemas, para establecer algoritmos que puedan ser computarizados mediante la reducción de los procesos cognitivos a la interacción de símbolos (González F., J. & Vargas G., G.; 1999: 73 y ss.). Así, pues, llega a la premisa según la cual *todo lo que pueda ser reducido a símbolos –representado–, se puede programar*. La IA y las ciencias cognitivas se dirigen a un crecimiento observacional y experimental, en un conjunto gradual que incluye cada vez más mecanismos. La IA y las ciencias cognitivas se proponen estudiar la *atención*; ésta permite controlar las metas cognitivas y las entradas del sistema cognitivo –sea éste en un humano, sea en un sistema mecánico–. Se da así la unión entre la cognición, por un lado, y la motivación y la emoción, por otro (Simon, H.A.: 27).
- **Extrapolación.** Cuando se explica se muestra una razón sobre por qué nosotros buscamos leyes: si una o más características de una situación cambia, pero el resto permanece constante, no hay razón para esperar que una ley *descriptiva* –que continúa manteniendo validez en la nueva situación– no pueda ser tomada como *explicativa* (Simon, H.A.: 27). En el contexto de la IA esto significa que: si los modelos que se construyen *simulan* adecuadamente los procesos cognitivos –vale decir, se validan mediante la Prueba de Turing– se les puede atribuir carácter explicativo. Se trata, en efecto, de una *extrapolación*; con esto se señala su carácter hipotético.
- **Explicaciones, mecanismos y causas.** Hay ecuaciones que definen fenómenos sin explicarlos; son “formas-reducidas de ecuaciones”. Hay otras que los explican; éstas son llamadas “ecuaciones estructurales” –correspondientes a lo que ha denominado Simon (*ibid.* p. 28) “mecanismos”–. Las segundas describen “mecanismos componentes”. Si los componentes de la teoría representan tales mecanismos, los experimentos pueden con frecuencia ser ejecutados sobre los componentes individuales y el conocimiento acerca de ellos puede ser usado para estimar los parámetros de los componentes y para estimar los efectos de eventos particulares de los mismos (Simon, H.A.: 28). En IA los símbolos se pueden representar y llevar a simulaciones, precisamente porque siempre tratan “componentes” y “mecanismos”; la arquitectura de los programas tiene una *ontología causal*<sup>[2]</sup>, que asume en la Base de Conocimientos (BC) un conjunto de “mecanismos” sobre los que debe describir o explicar las operaciones. Un programa de computador es formalmente equivalente a un sistema de ecuaciones diferenciales, permite conocer el estado del sistema en cada punto y en un tiempo para describir su estado previo y predecir su estado posterior, cuando se establezcan las entradas al sistema en ese tiempo; las subrutinas individuales o producidas en el programa describen los (hipostaziados) procesos de componentes particulares del sistema (Simon, H.A.: 29).

Esto vendría a ser un modelo de la *epistemología experimental* (Vargas G., Germán; 1998/9). En ésta tiene sentido ver Cómo se comporta el *modelo explicativo*:

- Los “por qué” conducen a un regreso infinito cuyos primeros miembros, si paramos el regreso, debe carecer de una explicación. La razón de que puede haber un regreso en todo es cercanamente unida a la típica arquitectura de los sistemas complejos. Ellos están casi siempre puestos de una forma jerárquica, cada ensamble es analizable en subensambles y estos en subensambles, y así sucesivamente (Simon, H.A.: 30).
- La mayoría de eventos en cada nivel del sistema ocurre dentro de un rango característico de frecuencias temporales; la frecuencia media aumenta, usualmente por uno o más órdenes de magnitud (Simon, H.A.: 30).
- Los subcomponentes pueden ser tratados como agregados, tienen tiempo de alcanzar un estado estacionario durante el intervalo de estudio; los subcomponentes pueden ser tratados como una constante del medio, no cambian significativamente en un intervalo de tiempo relevante (Simon, H.A.: 31).
- La típica separación temporal entre dominios científicos “verticales” y “adyacentes” son uno o dos órdenes de magnitud similar a las razones de segundos a minutos o de años a meses (Simon, H.A.: 32).

Entender y Describir; Explicar y Comprender: ser, llegar a ser.

El problema de la *enseñabilidad de las ciencias* –particularmente de la física– tiene que vérselas con las dimensiones anotadas en el título del párrafo. La reflexión sobre la epistemológica se refiere a la manera como se hace del saber físico: un dominio social, mediante la enseñanza. Veamos el alcance de estos títulos (entender, describir, explicar y comprender) para relacionarlos luego con su dimensión pedagógica (ser, llegar a ser).

La explicación kantiana de las funciones del *entendimiento* dio claridad que en éste se da al sujeto una *intuición sensible*. *Entender* es dar el paso de una *sensación* a una “*visión interna y completa del objeto*” a la cual se puede llamar *representación*; ésta es constituida por el *yo* (Cf. *Crítica de la razón pura*, B 135, 136 y 138). Un sujeto puede ‘entender’ el mundo físico –de hecho, opera dentro de él– con base en la experiencia sensible que permite conformar una ‘imagen del mundo’ sin que lo describa todavía y, menos aún, lo explique.

La *descripción* supone el uso de la intuición *como material* para ser elaborado. Se trata de *transponer* la *intuición sensible* en *discurso*. En éste se da el tránsito de la *experiencia prepredicativa* (cf. E. Husserl. *Experiencia y juicio*; §§ 15-21) a la *predicación* (ibid, §§ 47-57).

La *explicación* es una búsqueda de la *causalidad* que puede ser presentada discursivamente o mediante formalización –lógica o matemática; teniendo preferencia ésta sobre aquella–. Cuando se habla de *explicación descriptiva* se menciona el constructo teórico<sup>[3]</sup> que muestra o describe la *causa*.

*Comprender*, para este efecto, es una operación *creativa*. En este momento cognitivo se tiene, en primer lugar, un *modo de entendimiento* que se *hace a la intuición originaria* que dio lugar a una teoría precedente; en segundo lugar, una síntesis discursiva en la que se da cuenta de los fenómenos –aquí se logra un ajuste cognitivo entre *hechos* y descripciones. En tercer lugar, se encuentra el procesamiento de las descripciones mediante simbolización y formalismo. En cuarto lugar, y como consecuencia de los tres pasos precedentes, se da una elaboración personal –sea o no original– por quien enfrenta cognoscitivamente el mundo<sup>[4]</sup>.

Además de la dimensión *creativa*, que parte del diálogo actual del sujeto con los antecesores –cabe ejemplificar, con Newton, con Faraday, etc.–; se trata en la comprensión de llegar a la toma de posiciones personales o subjetivas frente a los problemas disciplinares. Éstas llevan, o deben conducir, a formas de actuación sobre los fenómenos del mundo.

La *comprensión* es el problema fundamental de la pedagogía –de la enseñanza de las ciencias, en este caso–. Se trata de dar cuenta de cómo el *saber específico* –que es uno de los supuestos fundantes de la pedagogía–, precisamente por dar origen a la *enseñabilidad*. Pedagógicamente, la propuesta que se elabora se puede esquematizar en el siguiente cuadro:

Momento	Acción	Resultado
Descriptivo	El sujeto pasa de experiencias a su	Elaboración de informes cualitativos

	presentación cualitativa de los fenómenos	
Explicativo	El sujeto establece “causas” a los fenómenos	Presentación diagramas, esquemas y/o mapas
Formal	El sujeto recurre a un sistema simbólico para expresar los datos	Formalización (lógico-matemática)
Comprensivo	El sujeto confronta sus resultados con los hallazgos canónicos en la disciplina	Informe-síntesis (acaso presentado en formatos neonarrativos).

El *saber específico* hace las veces de *punto de partida* entre el aprendiz y el enseñante. No obstante, éste puede ser relevado por un *ambiente de aprendizaje* que permita al sujeto tener interacciones “autónomas” con el saber. El nivel de autonomía es “controlado” por el diseñador del ambiente –por el enseñante–. El camino esquematizado no puede equipararse con una elección exclusiva de “procedimiento inductivo”, tal pudiera ser efectivamente invertido, reemplazado por el “procedimiento deductivo” (Ibid. Simon, H.A.; 2000: 35). En cada caso, tal vez, se tendrá que apelar a los estilos cognitivos de los aprendices tanto como a las características propias del contenido.

En el horizonte de la IA –que se ha venido relacionando con el de la física– tiene sentido preguntarse: ¿cómo se logra transponer el conjunto de *momentos* del “mundo natural” al artificial o virtual?, ¿cómo hacer de la IA un instrumento de investigación epistemológica de/en la física? Para la primera de las preguntas es posible pensar en los “micromundos”; para la segunda, el auxilio de la IA parece relevante para representar ecuaciones, para simular procesos, para generar plataformas experimentales con mayor grado de exactitud.

### 3. Explicación y superveniencia en la IA

Para Chalmers hay una pregunta central: ¿qué es hacer una explicación científica? Y complementariamente se puede interrogar: ¿es susceptible de ‘explicación científica’ el fenómeno llamado ‘mente’? La primera conecta con los problemas epistemológicos; la segunda orienta la discusión desde el punto de vista o bien desde la teoría del conocimiento o de la psicología, una y otra ordenadas al contexto de la IA.

Para responder a estos interrogantes, Chalmers apela al concepto *superveniencia*. Esta noción “formaliza la idea intuitiva de que un conjunto de hechos puede determinar por completo otro conjunto de hechos” (Chalmers, 59). Ella tiene que ser puesta en circuito o en relación con las dimensiones física y biológica, aquélla es el primero de los conjuntos indicados intuitivamente; ésta corresponde al segundo conjunto de la referencia (Chalmers, 60). En consecuencia, “la superveniencia es una relación entre conjuntos de propiedades: propiedades *B* -intuitivamente, las propiedades de *alto nivel*- y propiedades *A*, que son las propiedades básicas de *bajo nivel*” (Chalmers, 60).

Se puede pasar de un análisis de “conjuntos” –que son, en suma, una caracterización *lógica*– a un estudio de los “hechos” –es decir, a la comprensión de los aspectos *físicos* de la *superveniencia*–. La indicación del autor es que: “Los *hechos A* y *hechos B* acerca del mundo son los hechos concernientes a la instanciación y distribución de propiedades *A* y *B*. De modo que los hechos físicos acerca del mundo abarcan todos los hechos relativos a la instanciación de propiedades físicas dentro del continuo espacio temporal” (Chalmers, 60).

Estas observaciones se encaminan –como queda de una vez insinuado– a establecer Cómo la comprensión de la *superveniencia lógica* es la que debe primar, pues, es la que puede ser entendida *a priori*. En todo caso, la *superveniencia física* es un mero aspecto –por cierto, *a posteriori* o cuando más *a fortiori*- de la lógica. Esto, entonces, prueba que la *superveniencia* sobre todo está –como fuera en Hume comprendida la causalidad– en el pensar (Chalmers, 125).

Independientemente de que se la tome en un sentido *lógico* –vale decir: computacional al estilo del *software*– o *físico* –en este caso, con referencia al *hardware*– “La plantilla para la definición de superveniencia es la siguiente: Las propiedades B *supervienen* a las propiedades A si ningún par de situaciones posibles es idéntico respecto de sus propiedades A (*sic.*) pero difiere en sus propiedades B” (Chalmers, 60).

Por supuesto, las *modalidades* de la superveniencia se pueden expandir –hemos señalado tanto la lógica como la natural o física, pero “según interpretemos las ‘situaciones’ en cuestión como individuos o mundos enteros, obtendremos las nociones de superveniencia *local* o *global*, respectivamente. Y según cómo interpretemos la noción de posibilidad, obtendremos las nociones de superveniencia *lógica*, superveniencia *natural* y quizá otras” (Chalmers, 61).

Al internarse en la caracterización de la superveniencia local y global se encuentra que la primera refiere que “Las propiedades B supervienen *localmente* a las propiedades A de un *individuo* determinan las propiedades B de ese mismo individuo” (Chalmers, 61). “En cambio, las propiedades B supervienen *globalmente* a las propiedades A si los hechos acerca de todo el *mundo* determinan los hechos B” (Chalmers, 61). En consecuencia, “La superveniencia local implica la superveniencia global, pero no a la inversa” (Chalmers, 61).

Sin negar su importancia, la distinción anterior se limita a ver cómo la superveniencia tiene en la mira la explicación reductiva, vale decir, de lo que se trata es de *fundamentar* o de “*explicar*” genéticamente las comprensiones de los fenómenos. No obstante, de lo que se trata es de profundizar las características de superveniencia tanto lógica como la natural.

Chalmers observa: “Las propiedades B supervienen *lógicamente* a las propiedades A si ningún par de situaciones *lógicamente posibles* son idénticas respecto de las propiedades A (*sic.*) pero distintas de sus propiedades B” (62). De ahí que se pueda caracterizar al tiempo como lógica o como *conceptual*. Por eso, las limitaciones que se pueden imponer a este tipo de superveniencia son sólo de la familia conceptual, vale decir, no corresponden a los hechos (Chalmers, 61).

La primera impresión que se logra es que esta superveniencia lógica se tuviera que definir por la deducibilidad o la “herencia de propiedades” característica de la teoría de conjuntos, como en el caso: todo S es P del que se deduce válidamente algún S es P; Chalmers lo indica así: “la superveniencia lógica se define en términos de *mundos* (e individuos) lógicamente posibles, donde la noción de un mundo lógicamente posible es independiente de estas consideraciones formales” (62). Se trata, pues, del uso del término *lógica* en sentido amplio, es decir, sin limitación al campo de los *sistemas formales* (Chalmers, 63).

En cambio, la superveniencia natural o física remite a un *tipo de instanciamiento*, vale decirlo, se trata de la interpretación de un *modelo* en un(os) casos. Chalmers lo señala así: “cuando las propiedades B supervienen lógicamente a las propiedades A, podemos decir que los hechos A *implican* a los hechos B, donde un hecho implica a otro si es lógicamente imposible que el primero sea verdadero el segundo no. (...) cuando la superveniencia lógica es válida, *todo lo que implica* que los hechos B sean como son A son como son.

Puede haber superveniencia sin superveniencia lógica, sin embargo. La variedad más débil surge cuando dos conjuntos de propiedades están sistemática y perfectamente *correlacionados* con el mundo natural (Chalmers, 63-64).

De aquí, entonces, que “en la dirección opuesta, cualquier situación que sea naturalmente posible es también lógicamente posible. La clase de las posibilidades naturales es, por lo tanto (*sic.*) un subconjunto de las posibilidades lógicas” (Chalmers, 65). De ahí, pues, la importancia del concepto de *instancia lógica*. En fin, de *todo mundo posible* conceptualmente pensado, puede darse un caso; esto es, lo concebido *a priori* puede o no encontrar correlato en los hechos; pero, siempre, lo que se manifiesta en el mundo es *representable lógicamente* como *instancia de un mundo posible*.

Entonces, para Chalmers, “La superveniencia natural ocurre cuando, entre todas las situaciones naturalmente posibles, las que poseen la misma distribución de propiedades A

tienen la misma distribución de propiedades B: esto es, cuando los hechos A acerca de una situación *naturalmente necesita* los hechos B. Esto ocurre cuando las mismas agrupaciones de propiedades A en nuestro mundo están siempre acompañadas por las propiedades B, y cuando esta correlación no es sólo accidental (*sic.*) sino *legaliforme*: esto es, la instancia de las propiedades A siempre producirá las propiedades B, cuando esto ocurra” (Chalmers, 65).

Por eso llega Chalmers a la conclusión de que la superveniencia lógica implica la superveniencia natural. Sin embargo, él fundamenta esta posición, lo recíproco no es válido (Chalmers, 65). Por cierto, la superveniencia natural podría darse sin la lógica, pero entonces no es conocida, no es objeto temático de quien investigue –vamos a decirlo así– *reductivamente* la superveniencia.

Por cierto, Chalmers es consciente de ello, esta posición no está exenta de problemas, a saber –entre los principales de los que se presentan en este contexto– se plantea: *¿cómo, entonces, vincular el “mundo lógico” con el “mundo natural”?*; en otros términos, para los intereses de este estudio: *¿cómo lograr que un modelo computacional represente adecuadamente un fenómeno del “mundo”?* Si aquél ofrece la consistencia, es cierto; éste presenta con tozudes los “hechos”.

Ahora bien, toda esta concepción –repetámoslo– *epistemológica* se orienta a comprender *Cómo explicar la mente* y por ello es preciso el vínculo entre la *superveniencia* y la *explicación reductiva*. En cierto modo, aquélla es la base de ésta y esta, a su turno es la faz explícita del trabajo científico.

Veamos cuatro observaciones, ciertamente clarificadoras, de Chalmers:

- “damos una explicación *posiblemente Cómo* sobre un aspecto determinado de la psicología, en el sentido de mostrar *Cómo* los mecanismos causales apropiados podrían realizar los procesos mentales pertinentes” (76).
- “Para poder explicar la posibilidad del aprendizaje, podemos exhibir un modelo cuyos mecanismos lleven a los cambios apropiados en la capacidad conductual en respuesta a diversos tipos de estimulación ambiental” (76).
- “Cualquiera sea la concepción funcional de la cognición humana que formulemos, siempre queda una *pregunta ulterior*. ¿Por qué este tipo de funcionamiento está acompañado por la conciencia?” (77).
- “Dada una concepción funcional adecuada del aprendizaje, es *lógicamente imposible* que algo pueda instanciar esa concepción sin aprender (excepto, quizás, si el aprendizaje requiriese de la conciencia)” (77).

En síntesis, puede decirse que una *explicación* es *reductiva* si conserva las siguientes características:

- Por el lado de la superveniencia, puede regresarse desde el conjunto de los hechos B, hasta los A. Los B serán considerados de *mayor nivel o complejidad*, en cambio los A serán considerados de *bajo nivel*.
- Por así decirlo, los hechos B tiene un carácter molecular; mientras los A se pueden caracterizar como atómicos.
- Para ver la “cadena de transmisión” de los A a los B, se introduce y se prueba una *hipótesis funcional*. Esto significa que: la relación de comunicación de propiedades de A a B se “explica” por el “funcionamiento”.
- Todo el *funcionamiento de los mecanismos* –repetámoslo: – *funcionales*– dan lugar a la construcción de *modelos*.
- Los *modelos* son *estructuras reductivas* que muestran los fenómenos en su puro funcionamiento.

Chalmers, pues, deja de lado la conciencia como problema. Ella sólo podría ser incorporada a la investigación si y sólo si adquiere un *valor funcional* que amerite su introducción para explicar algunos de los procesos o de los mecanismos con los que actúa la *mente* en su creación de modelos de representación del mundo o en la representación de mundos posibles.

De ahí la posición de Chalmers según la cual: “un fenómeno natural es reductivamente explicable en términos de algunas propiedades de más bajo nivel si la propiedad de instanciar

ese fenómeno es en forma global lógicamente superveniente a las propiedades de bajo nivel mencionadas. Un fenómeno es explicable reductivamente *simpliciter* si la propiedad de ejemplificar ese fenómeno es en forma global lógicamente a las propiedades físicas” (79). Entonces es posible sostener que “Los hechos de bajo nivel subyacentes a los fenómenos de alto nivel tienen una unidad básica que hace posible una explicación comprensible” (80).

Es posible hacer ciencia sobre la mente en la medida en que se disuelve, tanto por vía de la superveniencia como por vía de la reducción –en mutua complementariedad– todo lo que sea *metafísico*, v.gr., la consciencia; sólo se pueden, entonces, investigar los fenómenos en un proyecto de *reductibilidad* (Chalmers, 81).

Visto en el contexto de esa doble vía ya indicada, se precisa establecer Cómo se garantiza el significado de lo que se está diciendo del mundo. Chalmers apunta “el tipo de ‘significado’ de un concepto es relevante en la mayoría de los casos no es una definición, sino una *intensión*: una función que especifica Cómo el concepto se aplica a diferentes situaciones. A veces una intención podría ser sintetizable en una definición, pero no es preciso que lo sea (...) mientras haya un hecho acerca de Cómo se aplican los conceptos en diversas situaciones, entonces tendremos una intención” (87).

Queda, a todas estas, la pregunta: dado que la experiencia mundano-vital humana es, en esencia, comprensible sólo una vez se ha vivido: *¿qué validez tiene o puede tener la necesidad a posteriori?* Este problema, pues, busca enfrentar el hecho de que al lado de los modelos construidos *a priori* el sujeto puede conocer *retrospectivamente*. Tal vez en este modo de darse el conocimiento es donde la consciencia y la mente se revelan más comprensibles.

Chalmers observa: “según el enfoque tradicional de la referencia, derivado de Frege aunque revestido aquí de una terminología moderna, un concepto define una función  $f: W \rightarrow R$  de mundos posibles en referentes. Una función de este tipo suele denominarse una *intensión*; junto con una especificación de un mundo  $w$ , determina una *extensión*  $f(w)$ . Según el punto de vista de Frege, todo concepto tiene un *sentido*, que se supone determina la referencia del concepto según el estado del mundo; de modo que estos sentidos corresponden estrechamente a las intensiones. Solía pensarse el sentido como el *significado* del concepto en cuestión” (89). A esta clarificación, por cierto principal, si se quiere ver Cómo la relación entre *sintaxis* y *semántica* está en la base de toda construcción epistemológica, hay un aporte de Kripke, éste “puede expresarse diciendo que existen, de hecho, *dos* intensiones asociadas a un concepto dado. (...) Primero, tenemos la dependencia por la cual se fija la referencia en el mundo *real* según como resulte el mundo: si resulta de un modo, un concepto seleccionar una cosa, pero si resulta de otro modo, el concepto seleccionar otra (...). Segundo, tenemos la dependencia según la cual se determina la referencia en los mundos posibles *contrafácticos*, dado que la referencia en el mundo real ya ha sido fijada. En correspondencia con cada una de estas dependencias existe una intención que llamaré intensiones *primaria* y *secundaria respectivamente*.

La intención *primaria* de un concepto es una función de mundos en extensiones que refleja el modo como se determina la referencia en el mundo real. En un mundo dado, selecciona cuál sería el referente del concepto si ese mundo resultase ser el real (89).

La intención primaria de un concepto, a diferencia de su intención secundaria, es independiente de los factores empíricos: la intención *específica* de qué manera la referencia depende del modo como resulta el mundo externo, de modo que ella misma no depende de Cómo el mundo externo resulte” (Chalmers, 90).

¿Cómo decidir, con validez, cuál es la referencia que debe corresponder a los conceptos, esto es, cuál es su intención? Va a depender de qué ‘creencia’ se tenga acerca del mundo real (Chalmers, 90). El sujeto, pues, tiene un papel determinante en la construcción de todos estos modelos (Chalmers, 91).

Lo cierto es que “Tanto la intención primaria como la secundaria pueden considerarse como funciones  $f: W \rightarrow R$  de mundos posibles en extensiones, donde los mundos posibles en cuestión se consideran como modos sutilmente diferentes” (Chalmers, 93). Entonces la selección de referente para un concepto, correspondiente a la *intención primaria*, depende de que el mundo

del que se trata se considere *real*; mientras la intensión secundaria depende de que se ubique un *contrafáctico* (Chalmers, 93).

El punto de vista epistemológico sostenido por Chalmers da lugar al sujeto, éste tiene –puede decirse– “centralidad” para el proceso de construir y explicar el fenómeno del conocimiento (Chalmers, 93-94). “Este fenómeno surge de un modo especialmente obvio para los términos indicadores como ‘yo’, cuya referencia claramente depende de quién esté utilizando el término y no sólo del estado global del mundo: la intensión primaria de ‘yo’ selecciona al individuo en centro del mundo centrado” (Chalmers, 94).

Dado, pues, que quien conoce es el yo –puede decirse– “céntricamente situado”. Va a requerirse un sistema de formalización que permita dar el paso del punto de vista de la interpretación subjetiva del mundo a su contrastación. “Todo esto puede formalizarse notando que la historia completa de la referencia en los mundos contrafácticos no está determinada *a priori* por una función de un solo parámetro  $f: W \rightarrow R$ . En cambio, la referencia en un mundo contrafáctico depende de ese mundo y del modo como el mundo real resulta. Esto es, un concepto determina una función de dos parámetros

$$F: W^* \times W \rightarrow R$$

donde  $W^*$  es el espacio de mundos posibles centrado, y  $W$  es el espacio de mundos posibles ordinarios. El primer parámetro representa los contextos de emisión, o modos en los que podría resultar el mundo real, mientras que el segundo parámetro representa circunstancias de evaluación o de mundos contrafácticos posibles. De modo equivalente, un concepto determina una familia de funciones

$$F_\nu: W \rightarrow R$$

para cada  $\nu \in W^*$  que representa un modo como el mundo real podría resultar” (Chalmers, 94). así, pues, lo que queda es que el papel del sujeto en la ‘construcción’ del conocimiento es fundamento de todo despliegue de comprensión, pero también se ve Cómo cada proceso de instauración de ésta requiere que se tengan criterios para ver Cómo se distingue el mundo pensado (lógico) del mundo efectivo (ontológico).

En fin paulatinamente se trata de ir haciendo ‘perder’ fuerza al sujeto y quedar con efectivas representaciones del mundo “La función  $f$  se determina *a priori*, ya que todos los factores *a posteriori* están incluidos en sus parámetros. A partir de  $F$  podemos recuperar nuestras dos intenciones de un solo parámetro. La intención primaria es la función  $f: W^* \rightarrow R$  determinada por la aplicación ‘diagonal’  $f: W \overset{\curvearrowright}{\rightarrow} F(w, w)$ , donde  $w'$  es idéntico a  $w$ , excepto que se ha eliminado el centro. Es esta la función mediante la cual se fija la referencia en el mundo real. La intensión secundaria es la aplicación  $F_\alpha: W \overset{\curvearrowright}{\rightarrow} F(a, W)$ , donde  $a$  es nuestro mundo real” (Chalmers, 95).

Por supuesto, en la forma ‘deductiva’ en que se formaliza anteriormente, se va del pensar al ser o a los hechos; Chalmers anticipa la posibilidad de construir modelos en la dirección contraria, apelando a la inducción. No obstante, para cualquiera de los casos: se termina formalizando un modelo y éste requiere contrastación. ...esta tiene que indicar taxativamente qué considera sus *contrafácticos* a efecto de poder tener –digámoslo con Popper– “criterios de falsación”. En consecuencia, los “términos de *propiedades*” dependen de que haya un mundo donde se instancie la propiedad indicada (por ejemplo, “caliente”) (Chalmers, 95).

Así, pues, Chalmers desarrolla una *teoría de la verdad*. Principalmente, ésta se puede entender como *adecuación*. La *verdad* podrá ser *primaria* o *secundaria*. “Si evaluamos los términos en un enunciado de acuerdo con sus intenciones primarias, llegamos a las condiciones de *verdad primarias* del enunciado; esto es, un conjunto de mundos posibles centrados en los cuales el enunciado, evaluado de acuerdo con las intenciones primarias de los términos allí contenidos, resulta ser verdadero (...) Si en cambio evaluamos los términos involucrados según las intenciones secundarias, llegamos a las más familiares *condiciones de verdad secundarias*. Estas condiciones especifican el valor de verdad de un enunciado en mundos contrafácticos, dado que el mundo actual resultó como lo hizo” (Chalmers, 97).

Epistemológicamente esta “centralidad” del sujeto en la construcción del conocimiento lleva a plantear el papel de las “creencias”. De lo que se trata es de establecer cómo éstas se corresponden o no con el mundo, pero también de ver cómo ellas son, en último término, “la semántica del pensamiento” (Chalmers, 99). Chalmers observa “dado un *concepto* en el pensamiento de un individuo, podemos asignarle una intensión primaria que corresponde a lo que se selecciona según como resulte el mundo real y una intensión secundaria que corresponde a lo que se seleccione en mundos contrafácticos, dado que el mundo real resulta como es. De forma similar, dada una *creencia*, podemos asignarle una proposición primaria y una proposición secundaria (lo que en otro lugar llamo el contenido ‘nocional’ y ‘relacional’ de la creencia). (...) La proposición primaria, más que la proposición secundaria, captura las cosas desde el punto de vista del sujeto: produce el conjunto de mundos centrados que el sujeto, por tener la creencia, avala como ambientes potenciales en los que podría estar viviendo” (Chalmers, 99).

‘Asegurar’ epistemológicamente la validez del conocimiento impone diferenciar *necesidad lógica, verdad conceptual y conceptibilidad*. “Un enunciado es lógicamente necesario si y sólo si es verdadero en todos los mundos lógicamente posibles” (Chalmers, 100). “En lo que concierne a la verdad conceptual, si equiparamos el significado con la intensión (primaria o secundaria), es fácil hacer el vínculo entre la verdad en virtud del significado y la necesidad lógica. Si un enunciado es lógicamente necesario, su verdad será un subproducto automático de las intensiones de los términos (y la estructura composicional del enunciado)” (Chalmers, 100). “(Ö) hay dos verdades conceptuales según que equiparemos los ‘significados’ con las intensiones primarias o secundarias” (Chalmers, 100).

En cuanto a la conceptibilidad, Chalmers indica que: “podemos establecer un vínculo entre posibilidad lógica de los enunciados y su *conceptibilidad*, si somos cuidadosos. Digamos que un enunciado es concebible (o concebiblemente verdadero) si es verdad en todos los mundos concebibles. (Ö) la conceptibilidad de un enunciado involucra dos cosas: primero, la conceptibilidad de un mundo relevante, y segundo, la verdad del enunciado en ese mundo. (Ö) para hacer un juicio de conceptibilidad, sólo necesitamos considerar una *situación* concebible – en una pequeña parte de un mundo– y luego asegurarnos que lo estamos describiendo correctamente” (Chalmers, 101).

Ahora bien, de los tres ámbitos precedentes: ¿cuál permite la construcción de los modelos científicos, que es en último término el problema de la investigación en sus fundamentos epistemológicos? Según Chalmers “es la posibilidad lógica la que es fundamental en las cuestiones acerca de la explicación” (103).

Puestos en el camino de la *explicación* como la “cosa misma” de que se ocupa la investigación, entonces, lo relevante, en todos los casos, es que haya y se den “verdades necesarias 1” (Chalmers, 103), vale decir, “verdades *a priori*” (Chalmers, 103); lo cual significa: estos modelos serán susceptibles de contrastación empírica o de falsación; pero este es un momento segundo en el proceso de la investigación.

Finalmente, en la exposición de su teoría epistemológica, Chalmers coloca la relación entre *necesidad lógica y superveniencia lógica*. Como ya quedó explícito atrás: hacer ciencia es *explicar*, y ello –en concreto– exige construcciones *reductivas*. Por eso aclara el autor: “Es la superveniencia lógica de acuerdo con la intensión primaria lo que determina si una explicación reductiva es posible” (Chalmers, 105); éste, pues, vendría a ser el criterio de *validación* de la actividad científica misma.

Ahí, entonces, se precisa establecer qué es la *superveniencia lógica*: “las propiedades B son lógicamente supervenientes a las propiedades A si para cualquier situación lógicamente posible Y que es A indiscernible de una situación real X, entonces todos los hechos B verdaderos en X son verdaderos en Y. O, más simplemente, las propiedades lógicamente B son lógicamente supervenientes las propiedades A si para cualquier situación real X, los hechos A acerca de X *implican* los hechos B acerca de X (donde ‘P implica Q’ se entiende como ‘Es lógicamente imposible que P y no Q’)” (Chalmers, 105).

Sin exageración puede decirse que con este Último señalamiento Chalmers llega a una reducción de la semántica a la sintaxis. Ciertamente, para hablar con sentido se requiere que toda simbolización (A, B, X, Y, P, Q) de argumentos (n-ario) sea validado o bien en la intensión primaria o en su contrafáctico respectivo, a saber, en la intensión secundaria. Dada, entonces, la validación semántica –como punto de partida–, todo el problema se reduce a obtener las adecuadas inferencias mediante una implementación sistemática de la sintaxis. ...esta debe asegurar la construcción de modelos que se interpreten en casos. Así se halla la vía franca para pensar la IA en sentido fuerte.

Chalmers concluye la exposición de su modelo indicando “Hay, por lo tanto, al menos tres caminos para fundamentar las superaciones de superveniencia lógica: estos involucran la concepcibilidad, la epistemología y el análisis. Para fundamentar que las propiedades B supervienen lógicamente a las propiedades A podemos 1) argumentar que la instanciación de las propiedades A sin instanciación de las propiedades B es inconcebible; 2) argumentar que alguien que está en posesión de los hechos A podría llegar a conocer los hechos B (al menos en casos de superveniencia mediante la intensión primaria), o 3) analizar las intenciones de las propiedades B con suficiente detalle como para que sea evidente que los enunciados B se deducen de los enunciados A en virtud de dichas intenciones solamente” (Chalmers, 106).

En adelante, Chalmers mira tanto a las implicaciones filosóficas de su modelo como a las consecuencias operacionales del mismo en términos de la investigación en relación con una teoría científica de la mente. Nuestro interés aquí no ha ido más allá de presentar las consideraciones epistemológicas válidas y útiles para la construcción de “modelos” y de explicaciones en IA –que, entre otros campos, pueden referir los fenómenos de la mente y del conocimiento–. Tal cual, éste ha sido expuesto en las cláusulas precedentes.

#### 4. La formación en ciencias y la IA: perspectivas de la “educación virtual”

La fenomenología de la explicación –en física y en IA– se puede orientar a caracterizar una respuesta a la pregunta: cómo se pueden complementar mutuamente estos dos ámbitos para que se de un incremento en la explicación sobre la manera como los sujetos construyen conocimiento.

De Simon vale la pena recuperar el sentido de la formación en ciencias como proceso tendiente a *descubrir* en tanto camino para la *solución de problemas*. Ésta requiere un mínimo de estos tipos de actividades:

- Acumular, externamente y en memoria, una gran base de datos de información relevante, ricamente indexada tal como para ser evocada cuando patrones apropiados se presentan en cotejo con los datos o con la teoría.
- Construir representaciones de los problemas tratados.
- Llevar a cabo investigaciones heurísticas a través de los espacios del problema definidos por la representación [de los problemas] (Simon, H.A.; 2000: 35).
- Encontrar caminos de representación de fenómenos (Simon, H.A.; 2000: 33).
- Planear experimentos y observaciones.
- Inventar y mejorar instrumentos de observación.
- Descubrir patrones en datos de leyes descriptivas.
- Descubrir leyes explicativas.
- Deducir las consecuencias –especialmente las observables– de sistemas de leyes (predicciones y postdicciones).
- Construir nuevas representaciones (Simon, H.A.; 2000: 33-34)

¿Qué de todo esto se puede hacer en plataformas de IA? Si se trata del *descubrimiento* como postulado para el aprendizaje de la física: hay un privilegiado instrumento, a saber, el de los micromundos. En ellos los sujetos-aprendices han de explorar no sólo para establecer la legaliformidad del “mundo”, sino que también tendrán que ahondar en la búsqueda incluso para interpretar el sentido en que están codificadas las reglas de juego –de ese mundo–.

Ahora bien, se podría hacer –sin más– una “plataforma” –sea el caso, un *micromundo*– para “aprender” o “construir” explicaciones del mundo, según la concepción de Newton o de

Faraday, sin preocuparse por la *explicación* de los procesos de conocimiento implicados en los procesos de explicación del mundo físico. La tesis fuerte que sostiene aquí es la de una *necesaria complementariedad entre la explicación del mundo con la explicación de los procesos de conocimiento (o procesos "mentales") cuando se explica el mundo.*

Si se quiere, se trata de la complementariedad entre la vertiente de H.A. Simon y la de D.J. Chalmers; o, como se ha presentado en este estudio: entre la explicación en física y en IA, entendido que esta última es una *epistemología experimental*.

## Bibliografía

- . Cartwright, Nancy. *What is Wrong with Bayes Net?* En: *The Monist*. 84 (2) 2001, p-gs. 242 · 264.
- . Chalmers, David J. *La mente consciente. En busca de una teoría fundamental*. Barcelona, Ed. Gedisa, 1999, p-gs. 59 · 128.
- . González Flórez, José & Vargas Guillén, Germán. *De la "informática educativa" a la "pedagogía computacional"*. En: *Maestros Pedagogos II. Un diálogo con el presente*. Medellín, Corporación Penca de Sábila et al., 1999; págs. 73 á 96.
- . Glymour, Clark. *Bayes Nets as Psychological Models*. En: *Explanation and Cognition*. (Ed.: Keil, Frank & Wilson, Robert). Massachussets, MIT, 2000; p-gs. 169 · 197.
- . Husserl, Edmund. *Experiencia y juicio*. México, UNAM, 1980; 482 págs.
- . Kant, Immanuel. *Crítica de la razón pura*. Madrid, Ed. Alfabeta, 1989; 694 págs.
- . Simon, Herbert A. *Discovering Explanations*. En: *Explanation and Cognition*. (Ed.: Keil, Frank & Wilson, Robert). Massachussets, MIT, 2000; p-gs. 21 · 59.
- . Vargas Guillén, Germán. *La fenomenología e Inteligencia Artificial. –Los límites de la subjetividad–*. En: *Estudios de filosofía (19-20)* 98-99; en prensa.
- . Wartofsky, Marx W. *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Madrid, Alianza Universidad - Textos, 1983; 679 págs.

---

<sup>[1]</sup> Es preciso observar que se hace, en este caso, referencia a la *física mecanicista*, que, a su vez, es *determinística*. Para otros modelos de construcción en la física esta concepción de las leyes no es necesariamente válida.

<sup>[2]</sup> Los sistemas de ecuaciones estructurales y los mecanismos que ellos describen permiten introducir el lenguaje de causación (Simon 1953; Pearl 1988; Spirtes, Glymour, y Scheines 1993; Iwasaki y Simon 1994). Si un mecanismo conecta varias variables, el cambio en el valor de una de ellas produce –esto es, causa– un cambio en otra. Entonces la dirección de la flecha causal señalará no solamente el cambio del mecanismo individual, sino de todo el sistema de ecuaciones estructurales en los cuales el mecanismo está embebido (Simon, H.A.: 29). Expresando la situación en un sistema de ecuaciones, veremos que el inverso en la dirección de la causa está determinado al tomar diferentes variables como exógenamente determinadas (Simon, H.A.: 29).

<sup>[3]</sup> “Podemos, pues, decir que aprender él cómo implica entender cómo debiera uno proceder, y que aprender por qué implica entender por qué debe uno proceder de cierta manera. En el segundo caso, uno da razones para proceder así o asá, y podría decirse, entonces, que explicar es aquella manera de entender que entraña el dar razones” (Wartofsky 322).

<sup>[4]</sup> “Explicar algo es haber llegado a entenderlo de tal manera que sea uno capaz de hacer que otro lo entienda. Así, el que pide ‘explicame esto’ supone que aquel a quien hace la petición lo entiende de manera distinta que él y que este entendimiento es comunicable. Es decir, se puede plantear el problema de la explicación y confiar en resolverlo apelando al concepto de entender; pero a no ser que uno entienda el término entender no habrá esperanzas de sortear el carácter circular o huidizo de tal problema” (Wartofsky 315).