

TEORÍAS Y MODELOS SEGÚN KLIMOVSKY

ALEJANDRO CASSINI

Universidad de Buenos Aires - CONICET

alepafrac@yahoo.com.ar

Resumen

En este trabajo me ocupo de la manera en que Klimovsky concibió a las teorías y a los modelos en la ciencia. Comienzo describiendo la concepción hipotético-deductiva de las teorías empíricas de Klimovsky. Luego presento los distintos significados del término “modelo” que Klimovsky distinguió y discuto la manera en que entendió la relación entre teorías y modelos. Después analizo la concepción semántica de las teorías y señalo la ambigüedad de la posición de Klimovsky respecto de ella, a la que no consideró una auténtica alternativa al método hipotético-deductivo. Expongo, entonces, una concepción proposicional de las teorías que permitiría superar aquellas críticas semanticistas que afectan a la concepción enunciativa de Klimovsky. En la conclusión intento mostrar la unidad de la concepción de Klimovsky acerca de la estructura de las teorías formales y empíricas.

PALABRAS CLAVE: Método hipotético-deductivo; Método axiomático; Concepción semántica de las teorías; Pruebas de consistencia.

Abstract

In this work I address the way Klimovsky conceived of theories and models in science. I start by describing Klimovsky's hypothetico-deductive conception of empirical theories. I then present the different senses of “model” identified by Klimovsky, and I discuss his understanding of the relation between theories and models. Next I analyze the semantic conception of theories, and argue that Klimovsky held an ambiguous stance towards them, insofar as he did not considered them to be a genuine alternative to the hypothetico-deductive method. I further present a propositional conception of theories that enables us to overcome various criticisms from semanticists to Klimovsky's statement conception of theories. I conclude by showing that Klimovsky embraced a unified perspective on the structure of empirical and formal theories.

KEY WORDS: Hypothetico-deductive method; Axiomatic method; Semantic view of theories; Consistency proofs.

1. Introducción

Tengo la firme convicción de que la mejor manera de homenajear a un filósofo es discutir sus ideas específicamente filosóficas. Por ello, en esta ocasión quiero ocuparme, no de la personalidad, obra o influencia de Gregorio Klimovsky, que serán bien conocidas por todos los lectores, sino

de las tesis epistemológicas y filosóficas que sostuvo. Algunas de ellas, como la concepción de las teorías empíricas que analizaré aquí, las mantuvo de manera consistente durante toda su vida. No obstante, siempre fue consciente de las dificultades que presentaban, en todo momento estuvo actualizado acerca de las críticas que otros filósofos les hacían, y siempre se mostró dispuesto a discutir las y revisarlas críticamente.

En este trabajo comenzaré por exponer la concepción deductivista de la estructura de las teorías a la que adhirió Klimovsky. Luego, consideraré la manera en que Klimovsky concibió a los modelos en ciencia y la relación de éstos con las teorías científicas. Después, analizaré la posición que tomó frente a la concepción semántica de las teorías, principalmente en la versión estructuralista expuesta por Stegmüller (1973). Finalmente, propondré una manera diferente de formular la concepción clásica de las teorías que resulta inmune a las principales críticas que los semanticistas hicieron a la llamada concepción *standard*, elaborada principalmente por los empiristas lógicos, cuya versión final (expuesta, por ejemplo, en Carnap 1956) es el punto de referencia básico de la concepción del propio Klimovsky.

La exposición de las ideas de Klimovsky se basa, naturalmente, en sus escritos sobre el tema, algunos de los cuales citaré *in extenso*, pero también en discusiones personales y colectivas que mantuvimos durante los diez últimos años de su vida. En algunos casos, no me resulta fácil discriminar claramente cuándo las ideas que expongo provienen de la enseñanza oral de Klimovsky y cuándo de sus trabajos escritos. No obstante, en todos los casos trataré atenerme de la manera más fielmente posible a sus ideas publicadas.

2. La concepción hipotético-deductiva de las teorías empíricas

El punto de partida de la epistemología de Klimovsky siempre fue la distinción clásica entre ciencias formales y fácticas, básicamente, entre ciencias matemáticas y ciencias empíricas. No obstante, conoció muy bien las dificultades para encontrar un criterio preciso con el cual trazar esa distinción. En uno de sus primeros trabajos publicados sobre filosofía de la ciencia, analizó con detalle estos problemas y concluyó que la distinción no era legítima (Klimovsky 1971a, p. 17). Muchos de los argumentos que allí expuso, eran similares a los de Quine (1951), aunque no lo citara de manera explícita.¹ Sostuvo, por ejemplo, que la lógica también constituye

¹ Hasta donde conozco, Klimovsky no desarrolló, y no siempre mantuvo, las tesis sugeridas en ese trabajo, por ejemplo, la de que la lógica es una suerte de ontología

un sistema hipotético-deductivo que, en principio al menos, no es inmune a la contrastación por medio de la experiencia y, llegado el caso, podría revisarse. Cuando una teoría empírica resulta refutada, la falsedad puede buscarse en la teoría misma o en las hipótesis presupuestas, pero también puede pensarse que tanto la teoría como las hipótesis auxiliares son verdaderas, pero que la deducción de una consecuencia observacional falsa se debe al empleo de alguna regla lógica incorrecta admitida en la lógica subyacente a la teoría (Klimovsky 1971a, p. 15). No obstante, admitió que había una diferencia entre sistemas formales puramente sintácticos, sin valor de verdad, y sistemas hipotético-deductivos, susceptibles de ser verdaderos o falsos, y que tal diferencia era la que permitía distinguir a las ciencias formales de las fácticas (Klimovsky 1971a, p. 17).

A pesar de algunas concesiones ocasionales al holismo epistemológico de Quine, Klimovsky siempre mantuvo la distinción entre ciencias formales y fácticas. Además, solía ser bastante esquemático y tajante respecto del método de cada tipo de ciencia; según su opinión, el método axiomático-formal es el único método de las matemáticas y el método hipotético-deductivo es el único método de las ciencias empíricas. En realidad, no se trata de dos métodos diferentes, sino del mismo método deductivo empleado de dos maneras diferentes. En este respecto, Klimovsky era un monista metodológico: pensaba que hay un solo método científico y que dicho método tiene un carácter estrictamente deductivo.

En el caso de las matemáticas, el sistema deductivo es un sistema formal puramente sintáctico, mientras que en el caso de las ciencias empíricas se trata de un sistema semántico, es decir, interpretado. Pero en ambos casos una teoría es para Klimovsky un conjunto de oraciones cerrado respecto de la relación de consecuencia (sintáctica o semántica, según sea el caso) organizado deductivamente a partir de un conjunto de axiomas o hipótesis fundamentales, que constituyen un subconjunto propio (al menos, en todos los casos interesantes) de las oraciones de la teoría.

También sostenía la llamada concepción enunciativa de las teorías, pues, consideraba que toda teoría es una entidad lingüística, o “estructura lingüística”, como la llama en algunos casos (Klimovsky 1981, p. 59; Klimovsky 1984, p. 161). Aquí se presenta una ambigüedad terminológica. Si una teoría se concibe como un conjunto de oraciones o enunciados, y la palabra “conjunto” se toma en su sentido estricto, entonces, una teoría no es una entidad lingüística, sino una entidad abstracta. Ello es así porque los conjuntos siempre son entidades abstractas y, por

general y la de que todos los modelos de un sistema axiomático tienen un carácter meramente hipotético.

consiguiente, un conjunto de oraciones, en tanto conjunto, es tan abstracto como un conjunto de números o de sillars. Para que una teoría pueda ser una entidad lingüística, tiene que concebirse como una mera “colección” de oraciones o enunciados, en un sentido no conjuntista del término colección (es decir, que este no puede ser un mero sinónimo de “conjunto”). En algunas ocasiones Klimovsky se refirió a las teorías como “colecciones” de enunciados, pero el contexto del uso de esta expresión indica que es intercambiable con el término “conjunto”. Por otra parte, en la gran mayoría de los casos en que se refiere a las teorías, las califica como conjuntos de oraciones, enunciados, o afirmaciones.²

Finalmente, Klimovsky suscribía la llamada “concepción *standard*” o “heredada” de las teorías empíricas (que yo prefiero llamar “clásica”), ya que las concebía como sistemas axiomáticos formales interpretados mediante reglas de correspondencia. Por supuesto, Klimovsky era bien consciente de que de hecho las teorías científicas no se formulan de esta manera y de que, en los pocos casos en que se presentan axiomatizadas, se formulan en lenguajes naturales ya interpretados. Al igual que Carnap y otros empiristas lógicos, pensaba que su concepción de las teorías científicas era una reconstrucción racional que proporcionaba una elucidación adecuada del término “teoría”, usado de manera bastante vaga en la práctica de los científicos. También pensaba que todas las teorías científicas se podían reconstruir mediante un único patrón formal –el axiomático– común a las ciencias naturales y sociales, a pesar de la ambigüedad que de hecho presenta el término “teoría” en diferentes disciplinas y contextos científicos.

La concepción de las teorías como conjuntos de oraciones implica que una teoría, como todo conjunto, en tanto está determinado por sus elementos, es una entidad rígida e inmodificable. En particular, no es posible modificar una teoría sin que esta pierda su identidad, ni tampoco es posible tener dos o más formulaciones no equivalentes de una misma teoría. En todos estos casos, se trata de teorías diferentes. En una concepción enunciativa, como la de Klimovsky, resulta rigurosamente cierto que todo cambio en una teoría implica un cambio de teoría. Sin embargo, en el uso científico y cotidiano a veces se llama teoría a diversas entidades que, en rigor, son teorías diferentes. Por ejemplo, se llama “mecánica newtoniana” a la formulación de Newton de la mecánica, pero también a la mecánica analítica de Hamilton o Lagrange. Se trata

² Klimovsky (1994, cap. 10), es la exposición más completa de la estructura de las teorías, pero no despeja la ambigüedad entre enunciado y proposición, que Klimovsky emplea de manera indistinta.

de un uso más general del término teoría. Para dar cuenta de dicho uso, Klimovsky introdujo la noción de “familia de teorías” (Klimovsky 1994, p. 170), de la que no proporcionó una elucidación detallada. Una familia de teorías es una secuencia de teorías, T_1, T_2, \dots, T_i , donde cada una de ellas es el resultado de una modificación de alguna de las precedentes. Un desarrollo posible de esta idea general habría podido desembocar en una concepción similar, en algunos aspectos, a la de los programas de investigación de Lakatos (1970). No obstante, es difícil pensar que Klimovsky hubiera seguido ese camino, ya que siempre consideró a las teorías individuales como las unidades básicas para el análisis epistemológico y no a las entidades más abarcadoras, como los paradigmas de Kuhn (1962/70), los programas de investigación de Lakatos (1970) o las tradiciones de investigación de Laudan (1977). Sobre este punto, entonces, se mantuvo siempre dentro de la concepción clásica de la filosofía de la ciencia.

3. Los diversos significados de “modelo”

Klimovsky reconoció que el término modelo es uno de los “más polisémicos del discurso epistemológico” (Klimovsky 1990, p. 162). Consecuentemente, admitió una pluralidad de significados de “modelo” y distinguió siete sentidos diferentes del término en sus usos científicos, que comentaré más adelante. También aceptó, aunque esto no lo escribió de manera muy explícita, que los diferentes sentidos de “modelo” no son reducibles a un único significado o uso fundamental. En tal sentido, se opuso a la idea pionera de Suppes, formulada ya en 1960, según la cual todos los sentidos de este término son reducibles al concepto lógico de modelo, tal como se emplea habitualmente, desde Tarski, en la teoría de modelos (Suppes 1960).

Según el punto de vista de Klimovsky, el concepto de modelo en las ciencias formales debía distinguirse de los diferentes conceptos de modelo que se utilizan en las ciencias fácticas. Escribió, entonces, que:

Los lógicos y matemáticos emplean una noción de modelo totalmente distinta a las habituales en el campo de las disciplinas fácticas o empíricas. (Klimovsky 1990, p. 167).

Un modelo en las ciencias formales es una interpretación de un sistema axiomático, o de una teoría axiomática, en la cual resultan verdaderos todos los axiomas (y, por consiguiente, todos los teoremas) del sistema. Más en general, un modelo es una estructura conjuntista

respecto de la que todas las oraciones de una teoría T , formulada en un determinado lenguaje L , son verdaderas. Según Klimovsky:

Este empleo de la palabra “modelo” va a contrapelo del uso familiar del término en física, según el cual construir un modelo es de alguna manera “formalizar” una descripción acerca de una estructura concreta. En cambio, para los matemáticos, dar un modelo en el presente sentido es salirse de la formalización para obtener una interpretación. (Klimovsky 1990, p. 168).

El significado del término modelo de las ciencias formales es unívoco y preciso, mientras que el mismo término, tal como se lo emplea en las ciencias fácticas, es a la vez ambiguo y vago. En estas ciencias hay diversos conceptos de modelo y ninguno de ellos está del todo bien definido.

En las ciencias formales un modelo es siempre una estructura conjuntista y, como tal, una entidad abstracta. Sin embargo, la manera de concebir a las estructuras no está exenta de ambigüedades y matices discutibles. Como se sabe, una estructura es un conjunto ordenado $\langle D_1 \dots D_k, R_1 \dots R_n, f_1 \dots f_m, a_1 \dots a_j \rangle$ que tiene uno o más dominios, que son conjuntos no vacíos de objetos cualesquiera, y un número determinado de relaciones y/o funciones definidas sobre los objetos del dominio o dominios, y/o un número determinado de elementos distinguidos del dominio o dominios. Klimovsky aceptaba la existencia de *estructuras abstractas*, como las numéricas o geométricas, y de *estructuras concretas*, por ejemplo, físicas, biológicas o sociales. Yo disentí en este punto, y lo discutí varias veces con él, sosteniendo que toda estructura es abstracta. En efecto, una estructura, desde el punto de vista ontológico, es siempre un conjunto (en verdad es, al menos, un conjunto de conjuntos) y todo conjunto es una entidad abstracta. El hecho de que el dominio sea un conjunto de objetos físicos, por ejemplo, partículas u organismos, no implica ninguna diferencia en el *status* ontológico de los conjuntos mismos. Las relaciones como el isomorfismo, o cualquier otro morfismo, sólo están definidas entre conjuntos y resulta un equívoco decir que una estructura matemática es isomorfa con un objeto físico o un sistema de objetos físicos. Esto sería simplemente confundir un conjunto de objetos determinados con el agregado concreto constituido por tales objetos. Finalmente, resolvimos la polémica de manera convencional: convenimos en llamar estructura concreta a aquella cuyo dominio fuera un conjunto de entidades concretas y estructura abstracta a aquella cuyo dominio fuera un conjunto de entidades abstractas, reconociendo que, ontológicamente, las dos son entidades abstractas.

En las ciencias fácticas la situación respecto de los modelos es mucho más confusa. Un examen somero de la bibliografía científica y filosófica muestra que tanto los científicos como los filósofos de la ciencia emplean una gran diversidad de conceptos de modelo. Se ha llamado modelo, entre otras cosas, a mapas, maquetas, prototipos, íconos, diagramas, analogías, sistemas de ecuaciones e incluso a conjuntos de proposiciones y hasta a las teorías mismas. No parece haber ningún sentido focal o privilegiado al que todos estos conceptos puedan reducirse, ni tampoco un sentido genérico que los abarque a todos ellos como especies. Tampoco parece haber perspectivas de poder realizar una clasificación exhaustiva de todos los significados del término modelo, dada la heterogeneidad de sus usos. Klimovsky siempre aceptó la irreductibilidad de los diversos conceptos de modelo, sobre todo en las discusiones que mantuvimos durante los últimos años de su vida. Sin embargo, nunca renunció al proyecto de lograr una clasificación apropiada para todos esos conceptos, aunque ésta fuera incompleta.

En su único trabajo publicado sobre este tema (Klimovsky 1990), distinguió siete conceptos diferentes de modelo. En el primer sentido, llamado “modelo estructural por isomorfismo”, un modelo es una estructura que es isomorfa a otra estructura dada. En esta categoría, Klimovsky incluye a las maquetas, prototipos y mapas, y también a las simulaciones computacionales (p. 165). En el segundo sentido, denominado “modelo por analogía entre teorías”, un modelo es una teoría que sirve como fuente analógica para construir otra teoría (p. 167). En el tercer sentido, que llama “modelo en el sentido lógico-matemático”, un modelo es una estructura que satisface todas las oraciones de una teoría, es decir, es una interpretación que hace verdaderos a todos los teoremas de una teoría axiomática (p. 168). En el cuarto sentido, el de “modelo didáctico”, un modelo es un recurso pedagógico que consiste en reinterpretar el significado de los términos descriptivos de una teoría de una manera más familiar con el fin de hacer mejor comprensible a dicha teoría. Este último resulta un caso particular del tercer sentido, ya que implica proporcionar una interpretación de los postulados de la teoría (p. 169). En el quinto sentido, un modelo es simplemente una teoría, esto es, según Klimovsky, un sistema hipotético deductivo. Este uso del término se aplica con frecuencia, entre otras cosas, a las proto-teorías, es decir a aquellas que todavía no están totalmente constituidas o terminadas (p. 170). En el sexto sentido, un modelo es una simplificación (o una aproximación) de una estructura o de una teoría, que se sabe que es falsa e incompleta, pero resulta útil como herramienta de cálculo o predicción. Cuando esta clase de modelos se completan y enriquecen se transforman en legítimas

teorías (p. 171). Este sentido, aunque Klimovsky no lo señala, parece ser un caso especial del sentido anterior, una suerte de proto-teoría. Por último, en el séptimo sentido, un modelo es una estructura o una teoría que tiene carácter paradigmático y es, por consiguiente, digna de ser imitada (p. 171). Este sentido se solapa parcialmente con varios de los anteriores, por ejemplo, con el de modelo como analogía o teoría fuente de una analogía.

Esta elucidación de diferentes conceptos de modelo, aunque epistemológicamente interesante, presenta, en mi opinión, tres dificultades. En primer lugar, no es completa, como el propio Klimovsky reconoce (1990, p. 163), ya que hay muchos otros conceptos de modelo empleados en la práctica científica. En segundo lugar, no constituye una clasificación, ya que los distintos conceptos se solapan parcialmente, como ya señalé antes. En tercer lugar, emplea una terminología que es bastante heterodoxa y que no se corresponde bien con los usos científicos y filosóficos del término modelo. La primera dificultad no es grave, ya que difícilmente se podría aspirar a la completitud en este asunto. Las otras dos me parecen más serias, por lo que me atrevería a concluir que la elucidación propuesta por Klimovsky sólo es parcialmente exitosa. Tiene la virtud de revelar la diversidad de conceptos de modelo, pero no consigue ordenarlos de un modo claro y satisfactorio.

4. La concepción semántica de las teorías

Klimovsky conoció la llamada concepción semántica de las teorías principalmente en su versión estructuralista, y, más concretamente, a través de la formulación de Stegmüller expuesta en su obra *Theorienstrukturen und Theoriendynamik* publicada originalmente en 1973, y luego traducida a varios idiomas (Stegmüller 1973). Klimovsky no leía alemán, de modo que la versión que manejó fue la traducción española de C. Ulises Moulines, publicada en 1983. Sobre esta obra dictó varios seminarios hacia mediados de la década de 1980, pero, hasta donde conozco, sólo la expuso por escrito en una ocasión y de manera muy condensada (Klimovsky y Asúa 1993, pp. 69-74).

Klimovsky reconoció abiertamente la utilidad de los modelos en ciencia y el uso extensivo que los científicos hacen de ellos. No obstante, siempre pensó que los modelos son *externos* a las teorías, es decir, no son uno de sus elementos componentes. Por esta razón, no dejó de criticar a Nagel, quien, pese a suscribir la concepción *standard*, aceptaba que las teorías incluyen uno o varios modelos como elementos intrínsecos (Nagel 1961, capítulo 6, § 1). Para Klimovsky, en cambio, estos modelos son meros

recursos heurísticos o didácticos, pero, en principio, una teoría podría prescindir totalmente de ellos (Klimovsky 1990, p. 169). La otra posibilidad que Klimovsky admitía era que los modelos fueran en sí mismos *teorías*, o más precisamente, “proto-teorías”, esto es, teorías parciales e incompletas o vagamente constituidas. Cuando estos modelos se completan y desarrollan resultan simplemente teorías con una estructura hipotético-deductiva, como cualquier otra teoría empírica (Klimovsky 1990, pp.170-171).

Según la concepción semántica de las teorías, a la que es preferible llamar “modelística”, una teoría empírica es, o contiene como condición necesaria, una familia de modelos, o sea, una colección de modelos relacionados entre sí mediante una o más relaciones determinadas.³ En el caso de la concepción estructuralista, los modelos se entienden exclusivamente en su sentido lógico-matemático, esto es, como estructuras conjuntistas, y la relación entre tales modelos es alguna relación formal entre estructuras, tal como el isomorfismo, el homomorfismo o la inmersión. Los modelos no son los únicos componentes de las teorías, pero todos los semanticistas coinciden en que son un elemento indispensable de cualquier teoría empírica; los modelos son, así, intrínsecos a las teorías y no algo diferente de ellas. Es evidente que esta tesis choca con las ideas básicas de Klimovsky, para quien las teorías son conjuntos de oraciones y los modelos son siempre externos a las teorías.

Klimovsky siempre tuvo una actitud ambivalente hacia la concepción semántica de las teorías. En última instancia, pensaba que no se trataba de una verdadera alternativa al enfoque hipotético-deductivo, como lo muestra la siguiente cita acerca del estructuralismo:

No es del todo claro en qué medida los planteos estructuralistas [...] sean diferentes, en el fondo, del método hipotético-deductivo. Lo que desde la perspectiva de éste se denominaba teoría, equivale aquí a la hipótesis según la cual una determinada teoría tendría aplicaciones válidas. Pero la decisión de llamar “teoría” al núcleo estructural matemático imaginado cuando uno quiere explicar o estudiar la realidad, implica una táctica diferente. En lugar de buscar “buenas hipótesis”, se trata aquí de comprender la realidad enmarcándola en familias de estructuras

³ La concepción *standard* de las teorías también es semántica, ya que incluye como elemento esencial a las reglas de correspondencia, que son reglas de interpretación que asignan significado a los postulados. Sin reglas de correspondencia un cálculo axiomático no es una teoría empírica, sino una teoría puramente formal.

que parezcan convenientes para su entendimiento y manejo. Es probable que, como lo señala Stegmüller, haya escondidamente oculta en esta nueva concepción, alguna diferencia lógica que impide la traducción de una metodología a la otra. Si así fuera, estaríamos en presencia de un punto de vista epistemológico fundamentalmente diferente, edificado sobre la base de una metodología lógica no equivalente con la del método hipotético-deductivo. (Klimovsky y Asúa, 1992, p. 74).

En otra ocasión describió a la concepción estructuralista de Sneed y Stegmüller en los siguientes términos:

[...] la física es una especie de axiomática con el agregado de ciertos aspectos que no son puramente formales, a los cuales deberíamos denominar *interpretaciones parciales* de la misma. En esta concepción no parece haber lugar para las hipótesis: se define un sistema axiomático y la tarea del físico consiste en decidir a qué estructuras reales se aplica y a cuáles no. La física teórica sería, en el fondo, la exposición de posibles sistemas axiomáticos con ciertas reglas parciales de interpretación, junto con la consiguiente indagación acerca de si tales sistemas seminterpretados pueden ser aplicados o no a la realidad. De acuerdo con este punto de vista, el método de la física no sería el hipotético deductivo [...] (Klimovsky 1994, p. 296, subrayado por el autor).

A pesar de las vacilaciones de Klimovsky al respecto, parece haber, sin embargo, varias diferencias más o menos claras entre ambas maneras de concebir a las teorías. Aquí sólo puedo mencionar algunas. En la concepción semántica, las teorías consideradas como un todo no son verdaderas ni falsas y, por tanto, no son refutables. Las teorías no tienen como dominio la totalidad del universo, sino sólo ciertas aplicaciones más o menos específicas a determinados dominios de fenómenos. Cuando la experiencia muestra que cierta teoría no se aplica a ciertos fenómenos, la teoría no ha quedado refutada, sino que simplemente se ha cambiado su dominio de aplicación, en este caso, se lo ha restringido. La diferencia con la concepción hipotético-deductivista de las teorías me parece aquí evidente. Para Klimovsky, como para Popper, las teorías científicas debían ser, en principio, si no en la práctica, refutables. Klimovsky jamás abandonó la idea popperiana de falsabilidad, aunque reconoció las complejidades que implica la refutación de una teoría a causa de la presencia inevitable de diversas clases de hipótesis

auxiliares.⁴ No obstante, en mi opinión, nunca ofreció argumentos concluyentes contra el holismo epistemológico u holismo de la contrastación. De hecho, al igual que Popper, en muy pocas ocasiones discutió de manera explícita y detallada la tesis de Duhem.⁵

En sentido estricto, para la concepción semántica una teoría no puede ser únicamente una colección de modelos, ya que ésta, por sí misma, no es susceptible de aplicarse a los fenómenos. Una teoría, como quiera que se la conciba, no hace aserción alguna a menos que contenga un cierto elemento lingüístico o proposicional. Muchos semanticistas, como, por ejemplo, los propios estructuralistas o Ronald Giere reconocen este hecho y agregan un elemento lingüístico, que llaman “aserción empírica” (Stegmüller 1973, p. 68) o “hipótesis teórica” (Giere 1988, p. 80), como componente de las teorías. Se trata de oraciones que afirman que un modelo dado se aplica o no a un determinado dominio de fenómenos. Como toda oración declarativa, estas aserciones empíricas o hipótesis teóricas son susceptibles de ser verdaderas o falsas y, en principio al menos, son refutables por medio de la experiencia. La cuestión de si este tipo de oraciones pertenecen o no a una teoría empírica es, en gran medida, una cuestión convencional. En cualquier caso, es claro que son imprescindibles para aplicar los modelos a los fenómenos, por lo que la concepción semántica también es, en parte, enunciativa.

La reacción de Klimovsky a este aspecto de la concepción semántica de las teorías se encuentra resumida en el siguiente pasaje:

Sneed, por ejemplo, no señala lo que en realidad nos parece que ocurre y es que su sistema de física, para saber a qué se aplica y en qué circunstancias se lo puede emplear, implica una teoría, un sistema de hipótesis acerca de la realidad que se halla en estudio. (Klimovsky 1994, p. 297).

De esta manera, interpreta Klimovsky, los estructuralistas no pueden prescindir de un sistema hipotético-deductivo, es decir, de una teoría en el sentido tradicional del término, si pretenden hacer alguna aserción acerca de cómo es o no es la realidad (o los fenómenos) a la que los modelos pretenden describir o representar. Independientemente de que

⁴ Los capítulos 13 y 14 de Klimovsky (1994) están enteramente dedicados a esta cuestión. Allí se distinguen cuidadosamente los diferentes tipos de hipótesis auxiliares presupuestas en la contrastación de una teoría.

⁵ Así, por ejemplo, en Klimovsky (1994) sólo se menciona a Duhem, de manera ocasional, en la p. 217.

se admita que las aserciones empíricas de una teoría constituyen un sistema hipotético-deductivo, la crítica de Klimovsky me parece incuestionablemente correcta en un aspecto: sin algún elemento lingüístico o proposicional adicional, una colección de modelos no es una teoría porque no hace aserción alguna acerca de la realidad y, por consiguiente, no tiene carácter representativo.

Hay otra diferencia importante entre las concepciones semántica e hipotético-deductiva de las teorías, que no se popularizó hasta hace muy poco y que Klimovsky, aparentemente, nunca advirtió. Es la cuestión de la consistencia de las teorías. Para el hipotético-deductivismo es evidente que una teoría puede ser inconsistente, si sus axiomas implican alguna contradicción, y que la formulación axiomática no es garantía alguna de la consistencia de la teoría. Por esa razón, las pruebas de consistencia, que usualmente se realizan encontrando un modelo de los axiomas, tienen una importancia fundamental y representan un descubrimiento importante acerca de las propiedades lógicas de la teoría. Para la concepción semántica, en cambio, no puede haber, por principio, teorías inconsistentes, ya que estas no tienen modelos. Por consiguiente, cuando la identidad de una teoría se concibe como ligada indisolublemente a una familia de modelos, se está presuponiendo su consistencia. Ello hace del requisito lógico de consistencia una condición necesaria de toda teoría, algo que a primera vista no parece particularmente razonable a la luz de la historia de la ciencia. La situación se complica cuando se considera a las teorías formuladas en lenguajes de segundo orden. Se sabe que toda teoría consistente de primer orden es satisfacible, es decir, tiene al menos un modelo. La inversa, en cambio, no es válida: hay teorías de segundo orden de las que puede probarse que si son consistentes, entonces, no tienen modelos. Todo ello hace que en la concepción semántica no sólo no pueda formularse la noción de teoría inconsistente, sino que tampoco sea posible concebir teorías consistentes que no tienen modelos. La concepción hipotético-deductiva, en cambio, no tiene inconvenientes en acomodar cualquiera de estos dos hechos.

5. La concepción proposicional de las teorías

En principio, la concepción de teorías empíricas de Klimovsky es vulnerable a algunas de las críticas que los estructuralistas, y los semanticistas en general, dirigieron contra la concepción clásica o *standard*, a la que llamaron “enunciativa”, de manera un tanto despectiva, por el hecho de concebir a las teorías como conjuntos de enunciados. Aquí sólo discutiré los problemas que implica considerar a las teorías como conjuntos de

oraciones, es decir, como entidades lingüísticas (en realidad, conjuntos de entidades lingüísticas) como ya señalé que hizo el propio Klimovsky.

Es un hecho obvio que una y la misma teoría admite formulaciones alternativas mediante diferentes bases axiomáticas, que incluso pueden estar expresadas en lenguajes muy diferentes. Los lógicos siempre conocieron este hecho y Klimovsky fue ante todo un lógico con formación matemática, por lo que no podía ignorarlo. Ahora bien, según los filósofos semanticistas, la concepción *standard* de las teorías no puede acomodar este hecho porque confunde a la teoría con sus formulaciones lingüísticas. Una teoría, según ellos, no puede identificarse con un determinado conjunto de oraciones formuladas en un determinado lenguaje. Si se lo hace así, entonces, un cambio en la base axiomática, o en el lenguaje subyacente, implica un cambio de teoría, ya que cambian las oraciones correspondientes. Por tanto, de acuerdo con la concepción enunciativa de las teorías no puede haber diferentes formulaciones de una misma teoría, ya que incluso el simple reemplazo de un axioma de una teoría dada por otro lógicamente equivalente sería un cambio de teoría. Sin embargo, es completamente razonable sostener que todos los conjuntos de oraciones que sean lógicamente equivalentes son formulaciones de una misma teoría.

Los semanticistas evitan este problema sosteniendo que la identidad de una teoría está determinada por la clase de sus modelos y no por un conjunto de oraciones de un lenguaje dado. Así, si dos conjuntos de oraciones, en particular de axiomas, tienen exactamente los mismos modelos, entonces, son dos formulaciones de la misma teoría. Por supuesto, los modelos se presentan mediante oraciones de un determinado lenguaje, pero no se identifican con esas particulares entidades lingüísticas, ya que, en la versión estructuralista al menos, los modelos son entidades abstractas.

Sin embargo, no es forzoso adoptar la concepción semántica para distinguir entre una teoría y sus diferentes formulaciones. La respuesta a este problema desde la perspectiva clásica me parece bastante simple y consiste en no identificar a una teoría con un determinado conjunto de oraciones, sino con el conjunto de las proposiciones expresadas por esas oraciones.⁶ Las teorías no serían, entonces, entidades lingüísticas, sino entidades abstractas, conjuntos de proposiciones. Por cierto, las formulaciones de una teoría son entidades lingüísticas, pero no la teoría misma. Si dos conjuntos deductivamente cerrados de oraciones son

⁶ Para mayores detalles sobre la concepción proposicional de las teorías y sobre las respuestas a las críticas semanticistas a la concepción clásica véase Cassini (2009).

lógicamente equivalentes, ello significa que expresan las mismas proposiciones y son, por tanto, dos formulaciones de la misma teoría.

Esta concepción proposicional de las teorías que estoy proponiendo presupone, indudablemente, un compromiso ontológico con la existencia de proposiciones como entidades abstractas, independientes del lenguaje en el que se las exprese. Si uno quisiera evitar esta clase de compromiso, podría emplear la estrategia de Quine (1975) y definir a una teoría como *la clase de equivalencia de todas sus formulaciones*. Pero en tal caso, no se advierte cómo sería posible evadir el compromiso con la existencia de clases, que también son entidades abstractas.

No cabe duda de que Klimovsky era enunciativista acerca de las teorías y las consideraba entidades lingüísticas compuestas de oraciones, aunque en algunos de sus escritos se refirió de una manera un tanto laxa también a “proposiciones, afirmaciones o enunciados” como los componentes de las teorías (por ejemplo, en Klimovsky 2004a, p. 49). Por otra parte, siempre fue un realista o platonista matemático, aunque pocas veces lo escribió de manera directa, ya que siempre sostuvo que las entidades matemáticas se descubren y no se inventan o construyen. En consecuencia, admitía la existencia de las entidades abstractas de la matemática, que, en última instancia, se reducen a conjuntos o clases. Por consiguiente, no creo que hubiera tenido dificultades en aceptar el compromiso ontológico de la concepción proposicional de las teorías que propongo. El estructuralismo, a su vez, debe comprometerse con la existencia de modelos, que son estructuras conjuntistas. La diferencia entre proposiciones y conjuntos, en tanto entidades abstractas, no parece ser muy grande. De hecho, las proposiciones pueden también reducirse a conjuntos, considerándolas como conjuntos de mundos posibles. Por esta razón, la ontología de la concepción proposicional de las teorías no es más inflacionaria que la del estructuralismo, y, en el fondo, que la de la propia matemática. En efecto, no podríamos dar sentido a la matemática sin aceptar la existencia de conjuntos (u otras entidades abstractas, como las clases o las categorías). Este es otro de los temas de la filosofía de la ciencia sobre los que Klimovsky siempre tuvo una posición muy clara. Fue, en tal sentido, un realista consecuente, tanto en las ciencias formales como en las ciencias fácticas.

6. Conclusión

La concepción hipotético-deductiva de las teorías empíricas, que Klimovsky mantuvo durante toda su vida, es una versión más o menos ortodoxa del deductivismo en general. Según esta posición, toda teoría es un conjunto de oraciones cerrado bajo la relación de consecuencia

lógica. Tanto en las ciencias formales como en las ciencias fácticas, las teorías se organizan o sistematizan, según Klimovsky, a la manera axiomática, es decir, mediante la determinación convencional de un subconjunto, generalmente finito y reducido, de oraciones de la teoría, los axiomas o hipótesis fundamentales, de las cuales se siguen todas las restantes oraciones de dicha teoría (que siempre son infinitas en número). La diferencia entre el método axiomático de las ciencias formales y el método hipotético-deductivo de las ciencias fácticas, como Klimovsky se ocupó de enfatizar casi siempre, no es en verdad muy grande. En las ciencias formales los axiomas de un sistema axiomático son fórmulas no interpretadas, o “cuasi-proposiciones” como él las llamó (Klimovsky y Asúa 1992, p. 18; Klimovsky y Boido 2005, p. 118), mientras que en las ciencias fácticas las hipótesis fundamentales de una teoría son oraciones interpretadas que expresan proposiciones. Cuando se proporcionan las reglas semánticas que permiten interpretar un sistema axiomático formal, éste se transforma en un sistema hipotético-deductivo acerca de los objetos que constituyen el dominio de interpretación. Aparte de esta, no parece haber otra diferencia esencial entre la estructura de las teorías formales y fácticas, tal como las caracteriza Klimovsky.

En principio, toda teoría axiomática consistente admite modelos, esto es, interpretaciones que satisfagan todas las oraciones que pertenecen a dicha teoría.⁷ En la práctica, basta con verificar la verdad de todos los axiomas en una determinada interpretación para garantizar que se ha encontrado un modelo, ya que la verdad de los axiomas implica la verdad de todos los teoremas de la teoría. El problema es cómo establecer que los axiomas son verdaderos respecto de todos los objetos del dominio de la interpretación. Si tal dominio es finito, en principio, aunque no siempre en la práctica, se puede determinar la verdad de cada axioma examinando uno a uno todos los casos posibles. Pero esta estrategia se desvanece para el caso de los dominios infinitos. La situación es, sin duda, diferente en las ciencias formales y las ciencias fácticas.

Klimovsky, empleando una terminología que no es la más ortodoxa, distinguió tres clases de modelos de un sistema axiomático: *absolutos*, *relativos* e *hipotéticos* (Klimovsky 2000, pp. 37-42; Klimovsky y Boido 2005, pp. 173-177).

⁷ Excepto en el caso de las teorías formuladas en lenguajes de segundo orden, que pueden ser consistentes y no tener modelos (véase Shapiro 1991, especialmente el capítulo 5). Conocí la existencia de esta clase de teorías por la enseñanza del propio Klimovsky.

Los modelos absolutos de un sistema son las interpretaciones que satisfacen todos los axiomas del sistema en una determinada estructura, la cual no es a su vez un sistema axiomático formal. Los modelos relativos son interpretaciones de un sistema axiomático sobre otro sistema axiomático, que se realizan traduciendo los axiomas del primero al lenguaje del segundo, de modo que los axiomas de éste se conviertan en teoremas de aquél. Estos dos tipos de modelos son los que proporcionan, respectivamente, pruebas absolutas y relativas de la consistencia de un sistema formal.

Siempre es difícil encontrar un modelo absoluto de un sistema formal, ya que no resulta sencillo verificar que todos los axiomas del sistema se satisfacen en el dominio de una interpretación. En principio, es posible hacerlo aunque dicho dominio sea infinito. Resulta suficiente con encontrar pruebas por inducción para cada axioma. Si el dominio es transfinito, las pruebas deberán emplear alguna forma de inducción transfinita. Muchos filósofos las consideran inseguras, pero son de uso habitual en la matemática. Klimovsky, por su parte, hasta donde puedo determinarlo, nunca expresó reservas acerca de esta clase de pruebas.

Klimovsky caracterizó la situación de los modelos hipotéticos de la siguiente manera:

Cuando el diccionario que permite la interpretación de un sistema axiomático ofrece denotaciones de carácter fáctico o empírico, tenemos el problema de si los principios se transforman en verdades o si eso está fuera de nuestro poder de decisión. En el mejor de los casos estaremos en presencia de lo que se puede llamar un *modelo hipotético*, en el que los axiomas formales del sistema axiomático se transforman en hipótesis aceptadas de un sistema hipotético deductivo conspicuo, o bien el algún conjunto de hipótesis a ser investigadas por alguna razón teórica o práctica. Por esto nunca será posible, en las aplicaciones de la matemática, decir concluyentemente que estamos ante un modelo, sino, a lo sumo, afirmar que es una buena hipótesis pensar que lo estamos. (Klimovsky 2000, p. 39, subrayado por el autor).

Resumiendo, puede decirse que las teorías de las ciencias formales, según Klimovsky, son las que pueden tener modelos absolutos o relativos, mientras que las teorías empíricas son las que pueden tener modelos hipotéticos. Desde el punto de vista cognoscitivo, sin embargo, la diferencia entre estas es notoria. En principio, podemos saber de manera concluyente que una determinada interpretación de un sistema axiomático es un modelo absoluto o relativo de dicho sistema, pero nunca podremos

saber si un modelo hipotético de ese mismo sistema es efectivamente un modelo o no. Ello equivale a decir que es posible verificar los axiomas de una teoría formal en un determinado dominio, pero no los de una teoría empírica, si dicho dominio es potencialmente infinito. Sólo podemos corroborar por la experiencia los axiomas de una teoría empírica, pero no verificarlos. Por otra parte, siempre es posible, tanto en las ciencias formales como fácticas, refutar una teoría, ya que para ello basta con encontrar en el dominio de interpretación un solo contraejemplo de alguno de los axiomas de la teoría. Aquí se reconoce claramente la huella de Popper, siempre presente en el pensamiento de Klimovsky.

En conclusión, de acuerdo con Klimovsky, el conocimiento cierto es en principio posible en las ciencias formales, pero no en las ciencias fácticas. Es en este punto donde se encuentra la mayor diferencia entre ambos tipos de ciencias. Con todo, esta certeza siempre es difícilmente alcanzable: para la mayoría de las teorías formales importantes, como la teoría de conjuntos, las geometrías euclídea y no euclídeas, el álgebra, el análisis, y muchas otras, desconocemos la existencia de modelos absolutos y no sabemos si algún día seremos capaces de hallar alguno. Por otra parte, dado que el descubrimiento de un modelo de una teoría constituye una prueba de la consistencia absoluta de dicha teoría, debemos reconocer que no conocemos la consistencia de la mayor parte de nuestras mejores teorías matemáticas. En el mejor de los casos, debemos conformarnos con pruebas relativas de consistencia.⁸ Aquí, nuevamente, la situación es semejante para las ciencias formales y fácticas. Aunque las pruebas de consistencia absoluta son posibles en las primeras y no en las segundas, nuestra ignorancia de esta clase de pruebas es casi completa en ambos tipos de ciencias. La consistencia de las teorías, y, por consiguiente, toda certeza acerca de ellas, se nos ha mostrado sumamente elusiva, como lo es todo el conocimiento humano.

Bibliografía

Carnap, R. (1956), "The Methodological Carácter of Theoretical Concepts", en Feigl, H. y Scriven, M. (eds.), *Minnesota Studies in*

⁸ Este tipo de pruebas proporciona alguna forma de certeza cuando se hacen respecto de una teoría muy básica y bien conocida, aunque ella carezca de prueba absoluta de consistencia. Así, por ejemplo, una prueba de la consistencia de una teoría de conjuntos respecto de la aritmética de los números reales sería epistemológicamente muy satisfactoria, mientras que una prueba relativa de la consistencia de esa misma teoría de conjuntos respecto de otra teoría de conjuntos más potente no nos haría sentir particularmente seguros.

- the Philosophy of Science*, Vol. I, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956, pp. 38-76.
- Cassini, A. (2009), “¿Son necesarios los modelos para identificar a las teorías? Una crítica de la concepción semántica”, en Mortari, C. A. y Dutra, L. H. De A. (eds.), *Anais do V Simposio Internacional Principia*, Florianópolis, NEL/UFSC, Col. Rumos da Epistemologia, Vol. 9, pp. 23-37.
- Giere, R. (1988), *Explaining Science: A Cognitive Approach*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Klimovsky, G. (1971a), *El método hipotético-deductivo y la lógica*, La Plata, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. [Sin fecha en el original].
- (1971b), “Estructura y validez de las teorías científicas”, reimpresso en Klimovsky, G. (2004a), *Epistemología y psicoanálisis. Volumen I: Problemas de epistemología*, Buenos Aires, Ediciones Biebel, pp. 43-64.
- (1981), “Tipos de base empírica”, *Análisis Filosófico*, I (1), pp. 59-69.
- (1990), “Las diversas acepciones de la palabra ‘modelo’ y el ejemplo del Capítulo VII de *La interpretación de los sueños*”, reimpresso en Klimovsky (2004b), *Epistemología y psicoanálisis. Volumen II: Análisis del psicoanálisis*, Buenos Aires, Ediciones Biebel, pp. 162-179.
- (1994), *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*, Buenos Aires, A-Z Editora.
- (2000), *Las ciencias formales y el método axiomático*, Buenos Aires, A-Z Editora.
- (2004a), *Epistemología y psicoanálisis. Volumen I: Problemas de epistemología*, Buenos Aires, Ediciones Biebel.
- (2004b), *Epistemología y psicoanálisis. Volumen II: Análisis del psicoanálisis*, Buenos Aires, Ediciones Biebel.
- Klimovsky G. y de Asúa, M. (1992), *Corrientes epistemológicas contemporáneas*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.
- Klimovsky, G. y Boido, G. (2005), *Las desventuras del conocimiento matemático. Filosofía de la matemática: una introducción*, Buenos Aires, A-Z Editora.
- Kuhn, T. S. (1962/1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, The University of Chicago Press. (Tercera edición 1996).
- Lakatos, I. (1970), “Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs”, en Lakatos, I y Musgrave, A. (eds.), *Criticism and the growth of knowledge*, reimpresso en Worrall, J. y Currie G. (1978), *The Methodology of Scientific Research Programmes:*

- Philosophical Papers Volume 1*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 8-101.
- Laudan, L. (1977), *Progress and its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*, Berkeley, University of California Press.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*, New York, Harcourt, Brace & World.
- Quine, W. V. O. (1951), "Two Dogmas of Empiricism", *Philosophical Review*, 60, pp. 20-43.
- (1975), "On Empirically Equivalent Systems of the World", *Erkenntnis*, 9, pp. 313-328.
- Shapiro, S. (1991), *Foundations without Foundationalism: A Case for Second-Order Logic*, New York, Oxford University Press.
- Stegmüller, W. (1973), *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Heidelberg, Springer. (Traducción española de C. Ulises Moulines: *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983).
- Suppes, P. (1960), "A Comparison of the Meaning and Use of Models in Mathematics and Empirical Sciences", *Synthese*, 12 pp. 287-301.