

## ¿ES LA TESIS DE LA SUBDETERMINACIÓN UNA TESIS COHERENTE?

L. MIGUEL GARCÍA MARTÍNEZ  
Universidad Autónoma Metropolitana  
Departamento de Humanidades  
tuargot99@yahoo.com.mx

RESUMEN: La tesis de la subdeterminación empírica representa uno de los mayores desafíos contemporáneos en contra del realismo científico, sin embargo, frecuentemente se le ha considerado como un reto coherente y se ha buscado una forma de atenuar su impacto ya sea mitigando alguna posición realista, o bien, atacando alguno de sus presupuestos más problemáticos. En este ensayo defiendo un argumento en su contra, a saber, que es una tesis que nos conduce a una *reductio* y que semejante resultado echa por tierra su supuesta plausibilidad como una tesis antirrealista.

PALABRAS CLAVE: antirrealismo, subdeterminación empírica, carga teórica, modelo teórico, *reductio*

SUMMARY: The thesis of empirical underdetermination figures as one of the major contemporary challenges against scientific realism. Nevertheless, it has been frequently considered as a coherent challenge and a way to mitigate its impact has been sought by either weakening some realist position or attacking some of its most problematic premises. In the present essay, I defend an argument against it, namely, that it is a thesis that leads us to a *reductio* and that such a result defeats its alleged plausibility as an anti-realist thesis.

KEY WORDS: antirealism, empirical underdetermination, theory laden, theoretical model, *reductio*

### 1. *Introducción*

¿Qué ocurriría si dos teorías afirmaran cosas incompatibles sobre un mismo fenómeno? Por ejemplo, que una de ellas afirmara que el universo es infinito y se expande, mientras que una teoría rival afirmara que es estático y finito ¿cuál deberíamos creer? Observar la evidencia empírica sería una buena manera de dirimir la querrela, sin embargo, ¿qué pasaría si la evidencia fuera compatible, de hecho, con ambas hipótesis? ¿Es esto posible? Si lo es, ¿deberíamos creer en ambas, desdeñar alguna por mor de la simplicidad, o deberíamos ser agnósticos? En este artículo discuto preguntas de esta naturaleza y esbozo un diagnóstico sobre la dificultad de tener teorías empíricamente equivalentes.

En la sección 2 formulo la tesis canónica de la subdeterminación empírica de las teorías y describo cómo este desafío motiva una forma de antirrealismo distinta de otras vertientes en boga. Asimismo, hago explícito algunos de los compromisos centrales del realismo científico y explico cuáles de ellos se ven comprometidos frente a esta tesis antirrealista. En la sección 3 expongo la estructura argumentativa de la tesis de la subdeterminación y hago explícitas dos de sus premisas fundamentales, a saber, la de incompatibilidad teórica y la de equivalencia empírica. Luego, en la sección 4 discuto esta última por ser de especial interés en mi argumento central, así como algunas objeciones importantes en su contra.

Mi tesis central es que hay una poderosa objeción que ha sido ignorada en la literatura sobre subdeterminación y que una adecuada formulación de la misma cuestionaría sus bases ya que, si la suponemos correcta, entonces es posible construir una *reductio ad absurdum*, que imposibilitaría soportar sus funestas consecuencias antirrealistas. Las secciones 2–4 servirán como sustento explicativo para las secciones argumentativas 5 y 6. Mientras que en la sección 5 reconstruyo un argumento de Leplin con el fin de sugerir la posibilidad de que la tesis de la subdeterminación no se puede establecer sin cuestionar la plausibilidad de una de sus propias premisas, en la sección 6 reformulo detalladamente su argumento partiendo de la distinción entre datos empíricos y evidencia empírica y empleo un caso de la historia de la ciencia; posteriormente cuestiono su plausibilidad como un reto escéptico. Finalmente, en las secciones 7 y 8 discuto algunas posibles objeciones a mi planteamiento y sugiero posibles vías de investigación para reformular el desafío de la subdeterminación.

## 2. *Qué está en juego?*

La tesis de la subdeterminación (en adelante TSE) es una tesis que pretende justificar, cuando no estipular, la coexistencia de múltiples teorías rivales compatibles con los mismos datos empíricos.

Existe un amplio acuerdo según el cual la formulación canónica de la TSE tiene la siguiente forma:<sup>1</sup>

la “subdeterminación” usualmente se refiere a la idea de que podrían existir teorías [rivales] ante las cuales ningún fragmento de evidencia podría inclinarse, y no sólo la evidencia. *Si dos teorías están subdeterminadas en este sentido más fuerte, entonces, sin importar qué tanta*

<sup>1</sup> Véase Quine 1975; Laudan 1990; Laudan y Leplin 1991; Okasha 2002; Ladyman, Ross *et al.* 2007 y Norton 2008.

*evidencia recolectemos en el futuro, nunca estaremos en condiciones de seleccionar alguna partiendo de su base empírica.* (Okasha 2002, p. 304; las cursivas son mías.)<sup>2</sup>

Este desafío representa una de las mayores dificultades del realismo científico,<sup>3</sup> pues, de ser correcto, negaría la posibilidad de obtener algún tipo de conocimiento sobre los componentes inobservables que nuestras teorías científicas postulan, ya que el acceso epistémico a este tipo de entidades es, como veremos, especialmente problemático. El escepticismo engendrado por la TSE puede apreciarse si distinguimos algunas tesis fundamentales vinculadas al realismo científico. Siguiendo a Okasha (2002, p. 305), Ladyman (2002, p. 158) y Chakravartty (2016), podemos enumerar al menos tres de estas tesis:

1. *Tesis metafísica*: existe una realidad que es independiente de nuestras mentes y de nuestras capacidades y/o limitaciones cognitivas.
2. *Tesis semántica*: nuestras teorías científicas poseen condiciones de verdad, por ende, deben ser interpretadas como descripciones literales de la realidad.
3. *Tesis epistémica*: hay contextos científicos en los cuales se justifica que afirmemos que nuestras teorías describen correctamente la realidad, tanto en el dominio de lo observable como en el de lo inobservable.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> En adelante todas las traducciones son mías.

<sup>3</sup> Conjuntamente con la metainducción pesimista, el empirismo constructivo y, más recientemente, con la teoría de las alternativas no concebidas. Cabe mencionar que, a diferencia de otros desafíos, el empirismo constructivo además de suponer una crítica al realismo científico, también pretende dar una interpretación completa de la práctica científica sin presuponer componentes realistas. Aquí sólo deseo llamar la atención sobre las tesis antirrealistas en boga.

<sup>4</sup> Si bien es cierto que el realismo científico podría caracterizarse única y exclusivamente como una tesis metafísica (Devitt 1991, cap. 1), esto es, como una tesis sobre: i) la existencia de una realidad independiente de nuestras mentes; ii) que es independiente de una teoría semántica particular; y iii) que no necesita comprometerse con el aspecto epistémico que hemos enunciado (pues, la existencia de la realidad es independiente de nuestra capacidad, o incapacidad, de averiguar algo sobre ella). En el presente ensayo asumo que, en la medida en que el componente epistémico es central en los diversos proyectos realistas actuales, la TSE debería ser capaz de socavar semejantes pretensiones si ha de cuestionar la posibilidad de obtener algún conocimiento de nuestras mejores teorías científicas.

No obstante el escepticismo engendrado por la TSE no tiene como propósito cuestionar 1, sí tiene por objetivo bloquear nuestra confianza en 2 y 3 por las siguientes razones. Los escenarios de subdeterminación plantean, por hipótesis, la existencia de teorías que podrían diferir a nivel inobservable (p.ej., ontología, propiedades, leyes, etc.), aunque a nivel empírico serían exactamente equivalentes. Sin embargo, esto último trae la desafortunada consecuencia de bloquear la inferencia que toma como base el éxito empírico de una teoría para atribuirle verdad o presunción de verdad (so pena de dar por hecho que dos teorías rivales empíricamente equivalentes podrían ser simultáneamente verdaderas). En tal caso, el defensor de la TSE sugerirá una forma de agnosticismo epistémico sobre qué teoría es correcta.<sup>5</sup>

Si lo que la TSE afirma es correcto, entonces, la tesis epistémica colapsa. Al no poder decantarnos por una u otra teoría sólo considerando la evidencia empírica (que es el criterio epistémico por antonomasia), será mejor abandonar nuestra pretensión de conocimiento acerca de qué teoría podría contener la correcta descripción de la realidad a nivel inobservable. Por supuesto, esta dificultad no tiene que traducirse, como ya queda dicho, en la incapacidad de elegir una teoría sobre otra tomando como base algún criterio no epistémico. Asimismo, es preciso notar que hay un cuestionamiento tácito en contra de la tesis semántica del realismo; la razón es que, si concedemos que distintas teorías rivales podrían ser empíricamente equivalentes y, en el mejor de los escenarios, sólo una de ellas podría ser verdadera, se sigue que habría al menos una teoría que sería falsa pero empíricamente exitosa. Siendo así, resultaría innecesario explicar el éxito empírico de una teoría a partir de su éxito referencial y/o su verdad.<sup>6</sup>

Esto último es una fuerte motivación que favorecería una forma de instrumentalismo, pues, en la medida en que la noción de verdad no desempeñe ningún papel esencial para comprender el funcionamiento y éxito de nuestras teorías ¿por qué deberíamos interpretarlas como entidades que, en principio, podrían ser verdaderas o falsas? Si

<sup>5</sup> Por supuesto, este agnosticismo es compatible con la posibilidad de seleccionar una teoría por sobre otra tomando como base criterios extraempíricos o “pragmáticos” (Magnus y Callender 2004); o bien, con la posibilidad de emplear dos o más teorías incompatibles por razones heurísticas (Quine 1992).

<sup>6</sup> Después de todo: “Si las teorías pueden ser exitosas incluso cuando sus relatos acerca de la estructura fina entran en conflicto de manera sorprendente con lo existente, entonces, ¿cómo podría el realismo “des-mitificar” el “milagroso” éxito de la ciencia?” (Laudan 1984, p. 158).

bien es cierto que la TSE no implica negarle condiciones de verdad a nuestras teorías científicas, sí nos ofrece *una razón* para interpretarlas únicamente como instrumentos con gran poder predictivo. Así, podemos concluir que la TSE cuestiona tanto el componente epistémico como el semántico.

### 3. *¿Cómo se estructura la TSE?*

Por mor de la sencillez conviene condensar el reto propuesto por la TSE de acuerdo con la siguiente estructura argumentativa:<sup>7</sup>

- P1. Dada cualquier teoría científica  $T_1$ , es posible formular al menos una teoría rival  $T_2$ , cuya ontología a nivel inobservable sea incompatible con aquella propuesta por  $T_1$ .
- P2. Tanto  $T_1$  como  $T_2$  son empíricamente equivalentes, EE (e.d. adecuadas en exactamente el mismo dominio empírico).<sup>8</sup>
- P3. Si consideramos, además, que la base *epistémica* para elegir una teoría sobre otra reside, en última instancia, en la evidencia empírica,
- P4. entonces concluimos: a) que  $T_1$  y  $T_2$ , aun siendo incompatibles, son ambas correctas; b) suspendemos el juicio acerca de qué teoría deberíamos aceptar como correcta; o bien, c) tomamos como base criterios pragmáticos, que no epistémicos, para seleccionar una única teoría.<sup>9</sup>

Ahora bien, la premisa uno de nuestro argumento enfatiza el hecho de que dos o más teorías podrían postular ontologías incompatibles al describir la realidad física. Aquí, la noción de incompatibilidad alude a la posibilidad de tener descripciones de la realidad que postulan ontologías, estructuras matemáticas, propiedades, leyes o eventos causales que no podrían ser simultáneamente verdaderos so pena de suponer una contradicción en el intento de explicar la realidad física.

<sup>7</sup> Una reconstrucción similar puede hallarse en Kukla 1996 y Laudan y Lepkin 1991.

<sup>8</sup> En adelante haré alusión a la idea de equivalencia empírica contenida en esta premisa con la abreviatura “EE”.

<sup>9</sup> Cabe mencionar que ninguna de las alternativas recién expuestas favorece al realista. Mientras que “a” lo compromete con una franca contradicción, “b” y “c” lo llevan, de dos formas distintas, a rechazar sus compromisos epistémicos con el contenido inobservable de nuestras teorías científicas; de ahí que la TSE suponga un cuestionamiento directo en contra del realismo.

Así, que dos teorías sean incompatibles quiere decir que hay al menos un componente en cada teoría que se excluye mutuamente.

Por ejemplo, que una teoría describa los fenómenos gravitacionales como fuerzas atractivas que operan de manera instantánea de acuerdo con la ley newtoniana de gravitación universal es incompatible con un enfoque relativista de acuerdo con el cual los fenómenos gravitacionales son descritos como el resultado de la geometría curva del espaciotiempo (cuyos efectos no pueden propagarse a una velocidad mayor que la velocidad de la luz).<sup>10</sup>

La premisa dos constituye un aspecto central para caracterizar el desafío que la TSE propone y puede interpretarse de al menos dos formas distintas. La interpretación “robusta” supone que dos teorías incompatibles serían EE a la luz de toda la evidencia posible que un observador ideal pudiera recolectar en la historia del universo; mientras que una segunda interpretación nos presenta una forma transitoria (e.d. temporal) de EE, en cuyo caso dos teorías rivales serían empíricamente equivalentes únicamente a la luz de evidencia empírica en un contexto científico particular. Aunque es cierto que la TSE se ha entendido tradicionalmente como un problema “robusto” desde la formulación canónica de Quine (1975; 1992), de acuerdo con la cual: “Tal es la doctrina según la cual la ciencia natural está subdeterminada empíricamente; subdeterminada no sólo por la observación pasada sino por cualquier evento observable” (1975, p. 313, las cursivas son mías). Cabe señalar que la distinción entre una forma de subdeterminación global y una transitoria no es de poca importancia, aun cuando diversos autores<sup>11</sup> han argumentado que el mayor desafío al realismo científico proviene justamente de la formulación robusta.<sup>12</sup>

<sup>10</sup> En realidad, la noción de incompatibilidad teórica podría surgir, en principio, en distintos niveles: 1) a nivel de las descripciones físicas atribuidas a una entidad  $x$ , como cuando un mismo objeto celeste es descrito, o bien, como un planeta, o como un satélite; 2) puede surgir también a nivel del formalismo matemático empleado por una teoría, p.ej. la mecánica newtoniana puede formalizarse utilizando un modelo matemático lagrangiano o uno hamiltoniano (aunque en este caso particular son equivalentes, podría haber formulaciones que no lo fueran); 3) una tercera forma de incompatibilidad puede surgir cuando dos teorías atribuyen un papel causal específico a entidades físicas distintas, p.ej. el colapso de la función de onda en la mecánica cuántica podría ocurrir debido a las mediciones hechas por *seres conscientes*, o bien, mediante algún proceso estocástico que ocurre debido a la interacción de un número determinado de partículas, etc.

<sup>11</sup> Véanse, por ejemplo, Laudan y Leplin 1991, Kitcher 1993, Okasha 2002, y Norton 2008.

<sup>12</sup> Es importante mencionar que autores como Kukla (1993; 1996) y Stanford (2001; 2006) han argumentado persuasivamente a favor de una forma de subdeter-

Finalmente, P3 sostiene que la evidencia empírica es aquello que ha de contar como criterio epistémico, o indicador a favor de la verdad o probable verdad de nuestras mejores teorías científicas, esto, en el supuesto de que virtudes extraempíricas tales como la sencillez conceptual, la “belleza” o la “plasticidad” matemática no son rasgos conducentes a la verdad,<sup>13</sup> y que en conjunción con P1 y P2 generan las consecuencias escépticas que ya he mencionado. Por supuesto, aunque la TSE es una tesis que puede abordarse desde diversas aristas, según se elija cuestionar una u otra premisa, mis argumentos críticos tendrán como foco de atención la premisa EE, esto es, P2.

#### 4. *¿Podemos articular correctamente la premisa EE?*

La noción de equivalencia empírica (EE) ha sido una de las premisas más problemáticas y un blanco frecuente de críticas. Antes de formular la que considero es la objeción decisiva en contra de la posibilidad de establecer la premisa de EE, enumero algunas de las objeciones que, sin tener que ser irresolubles, exigen una respuesta urgente de parte del defensor de la TSE:

1. **Objeción de vaguedad:** dado que la TSE tiene por objeto minar únicamente la posibilidad de conocimiento del dominio de lo inobservable, una formulación correcta de la TSE implicaría que hemos dividido adecuadamente entidades y procesos observables de aquellos que son inobservables. No obstante, semejante distinción es presuntamente vaga y no puede trazarse sin presuponer cierto grado de arbitrariedad dado que no hay un único criterio que nos permita delimitar aquello que contaría como observable de aquello que no lo es. De ser así, el contenido empírico de una teoría sería igualmente vago y cualquier caso de subdeterminación podría ser socavado invocando la arbitrariedad de semejante distinción. Grover (1962) y Musgrave (1974) presentan una objeción en esta dirección.

minación transitoria que, de acuerdo con ellos, sería suficiente para minar el realismo epistémico. La idea central es muy intuitiva: si la EE fuese transitoria y, además, recurrente en cada contexto científico, la tarea de seleccionar una única teoría como correcta se vería obstaculizada del mismo modo que si la EE fuese “robusta”, pues, aun cuando fuese una dificultad temporal, ésta resurgiría persistentemente en cada contexto científico.

<sup>13</sup> Aunque esta última afirmación es disputable, no hay un acuerdo unánime con respecto al vínculo existente entre diversas virtudes pragmáticas y la noción de “verdad”. Aquí daré por sentado que la evidencia empírica es el criterio epistémico por antonomasia para seleccionar una teoría por sobre otra.

2. Objeción de ambigüedad: la afirmación de que “dos o más teorías podrían estar subdeterminadas a la luz de toda observación posible” es ambigua. Por ejemplo, que algo sea observable ¿lo es porque es empírica, lógica o tecnológicamente posible observarlo? Si es lo primero, ¿cuenta lo que de hecho *es* observado, o también lo que *podría* ser observado? Si es lo segundo, ¿algo es observable de acuerdo con nuestras capacidades actuales, futuras o de acuerdo con alguna capacidad especial? Y si fuese lo tercero, ¿qué instrumentos, y qué tanto de lo observado a través de ellos contaría como observable? Devitt (1991) y Churchland (1985) han formulado objeciones de este tipo.
  
3. Objeción de modalidad: que dos teorías sean EE no es otra cosa que afirmar que el conjunto de afirmaciones empíricas que implica ambas teorías es exactamente el mismo; sin embargo, puesto que la noción de observabilidad contiene tácitamente una noción modal que permite distinguir lo que *es* observado actualmente de aquello que *podría* ser observado (ya sea con o sin instrumentos), ¿cómo podría justificarse dicha modalidad? Si, por ejemplo, uno invocara una forma de realismo modal *à la* Lewis (1986), es dudoso que el teórico de la subdeterminación pudiera abrazar semejante realismo (siendo escéptico como es, sobre cualquier entidad inobservable). Luego, ¿qué tipo de teoría deberíamos adoptar para dar sentido al componente modal de la premisa EE, sin que esto quebrante el escepticismo que la TSE<sup>14</sup> propone?

Aquí no pretendo dar por hecho que tales objeciones son insuperables para la TSE; más bien, deseo señalar que dichas dificultades merecen una respuesta si tal tesis ha de formularse correctamente. Además, resulta de especial interés, por no decir inquietante, que en la literatura sobre subdeterminación se asuma, sin más, que la noción de equivalencia empírica deba articularse sin distinguir entre “datos” u “observaciones” y “evidencia empírica”, pues, como veremos en otra sección, estos conceptos distan de ser sinónimos y al distinguirlos cabalmente se derivan consecuencias importantes en contra de la TSE.

<sup>14</sup> Aunque esta objeción la formula Ladyman (2002; 2007) en contra del empirismo constructivo que van Fraassen defiende, es perfectamente plausible extrapolarla a nuestra discusión actual en la medida en que la premisa EE presupone la distinción observable/inobservable.



Al notar que “datos empíricos” y “evidencia empírica” son nociones que desempeñan distintos papeles en la práctica científica, mostraré que el teórico de la subdeterminación no podría articular la premisa de equivalencia empírica sin atentar contra su propio escepticismo. En la siguiente sección expondré un argumento que Leplin propone según el cual la TSE es una tesis teóricamente injustificada; posteriormente ofreceré algunas objeciones en contra de su planteamiento y, en la sección 5, reformularé su argumento utilizando un enfoque alternativo con el fin de superar las limitaciones de su argumento.

### 5. *¿Es la TSE consistente?*

Aun cuando la premisa de equivalencia empírica (EE) fuese establecida de una manera clara y sistemática,<sup>15</sup> cabría preguntarse si esto sería suficiente para articular adecuadamente la TSE. Mi respuesta es negativa. Leplin (1997) presentó un argumento (generalmente ignorado en la literatura sobre subdeterminación) que señala la existencia de una dificultad mayor para establecer la premisa EE; de hecho, la crítica de Leplin puede entenderse como un *ad absurdum*: una vez que la tesis de la subdeterminación se acepta como una tesis correcta, concluye que la premisa EE no puede establecerse, contradiciendo, así, el supuesto de que la TSE era correcta. Aunque esta conclusión puede establecerse de al menos dos formas alternativas, comenzaré con la ruta que nuestro autor propone.

Leplin toma como punto de partida el hecho de que una teoría científica es empíricamente contrastable mediante las *predicciones empíricas* que ésta realiza;<sup>16</sup> en segundo lugar, nos advierte que a la luz del holismo confirmacional se esperaría que tales predicciones ocurran sólo si las consideramos en asociación con un conjunto más o menos amplio de afirmaciones auxiliares. Sin embargo, y aquí reside la tesis central de Leplin, las afirmaciones auxiliares empleadas en la derivación de predicciones empíricas también se verían afectadas por la TSE, así:

*Si la UD [subdeterminación] es correcta, también estarían subdeterminados los auxiliares teóricos empleados para obtener predicciones de*

<sup>15</sup> Esto es, suponiendo que las objeciones de vaguedad, ambigüedad y modalidad han sido respondidas de manera satisfactoria.

<sup>16</sup> En la literatura sobre subdeterminación es frecuente hallar una especie de modelo hipotético deductivo como un componente fundamental de nuestras teorías científicas, al menos en lo que respecta a la confirmación de teorías.

*una teoría dada. Así, la elección entre distintos auxiliares, los cuales arrojarían distintas predicciones, no podría estar empíricamente justificada. Luego, no es claro cuáles serían los compromisos observacionales de la teoría.* Tampoco es claro si estos compromisos son los mismos para cualquier par de teorías. Esto quiere decir que la EE no puede ser establecida. Por lo tanto, UD, si es correcta, no puede ser establecida por la EE. (Leplin 1997, p. 205; las cursivas son mías.)

La estructura del argumento anterior puede replantearse de la siguiente manera:

1. Supongamos que  $T_1$  y  $T_2$  están subdeterminadas.
2. Se sabe que  $T_1$  y  $T_2$  generan predicciones empíricas en virtud de sus hipótesis centrales  $H_1$  y  $H_2$ , respectivamente, así como a partir de un conjunto de afirmaciones auxiliares, digamos,  $A_1$  y  $A_2$ .
3. Ahora bien, siendo consistentes con la TSE, la propia elección de afirmaciones auxiliares, esto es, de  $A_1$  y  $A_2$ , también estaría subdeterminada.
4. Luego, el contenido empírico de  $T_1$  y  $T_2$  (derivado de la conjunción de  $H_{1*}A_1$ , y  $H_{2*}A_2$ , respectivamente) sería indeterminado, dado que habría posibles conjuntos rivales de afirmaciones auxiliares:  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , de manera que la TSE sugerirá suspender el juicio acerca de qué conjunto sería correcto adoptar.

Si el argumento anterior es correcto, entonces no habría una única manera de definir el contenido empírico de cualesquiera dos teorías, al menos no sin asumir un conjunto de afirmaciones auxiliares de manera arbitraria; luego, ¿cómo podríamos justificar que son EE? En el mejor escenario cualquier caso de subdeterminación tendría que definirse en relación con un conjunto particular de afirmaciones:  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , aunque esto arroja una nueva dificultad:

La aplicación de la UD [subdeterminación] a los auxiliares [ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ] trivializa la EE al punto de que no conlleva implicaciones epistémicas. Si los auxiliares pueden ser elegidos libremente, la EE se sostiene por decreto; basta con elegir cualesquiera auxiliares con el fin de que las consecuencias observacionales de las teorías rivales coincidan. Asimismo, cualquier par de teorías podría diferir observacionalmente con una elección de auxiliares diferente. Es, entonces, arbitrario que un par de teorías sea o no considerado como empíricamente equivalente. (Leplin, p. 215)

El diagnóstico de Leplin parece contundente. En el supuesto de que la tesis de la subdeterminación sea correcta, deberíamos reconocer al menos dos consecuencias negativas para la TSE. Primero, que ésta se puede emplear para engendrar escepticismo sobre las afirmaciones auxiliares mismas y, por ende, sobre cuál podría ser *el* contenido empírico de cualquier teoría científica. En segundo lugar, que la premisa de EE tendría que definirse sólo en relación con un conjunto particular de afirmaciones auxiliares elegido de manera arbitraria, trivializando, así, la TSE. Aun cuando el argumento de Leplin constituye una crítica novedosa en contra de la TSE, hay cuestiones cruciales que dificultan su plausibilidad, por ejemplo: ¿podrían estar subdeterminadas las afirmaciones auxiliares del mismo modo que cualquier otra afirmación sobre entidades inobservables? ¿Cuál es la noción de teoría que Leplin da por sentado en su ataque en contra de la TSE? Y, finalmente, ¿es imprescindible presuponer una metodología hipotético-deductiva a fin de que su argumento cuestione la TSE?

Primero, suponer que cualquier afirmación auxiliar podría estar subdeterminada es una aseveración innecesariamente robusta. Por ejemplo, en el s. XIX Young utiliza el experimento de la doble rendija que mostró un patrón de interferencia que era resultado de la naturaleza ondulatoria de la luz; tales resultados tuvieron lugar sólo en el supuesto de que las rendijas tenían la forma y el tamaño adecuados, que ninguna de las rendijas estaba obstruida, o que el haz de luz estaba enfocado correctamente, etc. Y, aunque estos detalles del experimento formaban parte de las afirmaciones auxiliares, sería falso afirmar que todas ellas involucran aspectos inobservables y que, por ende, podrían ser presa de la TSE.

Este último aspecto es importante si consideramos que Leplin parece dar por hecho que el conjunto de afirmaciones auxiliares podría estar subdeterminado sin restricciones, aunque esta afirmación entraría en conflicto con diversos casos de la historia de la ciencia. Ahora bien, si lo que Leplin afirma es que únicamente algunas de las afirmaciones auxiliares podrían estar subdeterminadas, su argumento aún podría funcionar con la condición de que se especifique qué afirmaciones incluyen componentes inobservables. Otra dificultad que no deberíamos pasar por alto, y esto nos conduce a la segunda interrogante que planteo, es que una vez que Leplin ha estipulado que las afirmaciones auxiliares también tendrían que estar subdeterminadas, agrega: “Luego, no es claro cuáles son los compromisos observacionales de la teoría”, sin embargo, a lo largo de su ensayo la noción de “teoría” carece de una explicación sustancial que sea

útil para comprender qué quiere decir exactamente con la cita antes mencionada.

Si bien es cierto que el argumento de Leplin pretende establecer que el contenido empírico de cualesquiera dos teorías rivales es indeterminado (puesto que la elección de afirmaciones auxiliares estaría subdeterminada), no ofrece una explicación sobre qué debería considerarse parte de cualquier teoría científica, es decir, ¿las afirmaciones auxiliares de las que habla, forman parte de los componentes que deberían emplearse para individuar teorías? Si su respuesta es afirmativa, su argumento no sólo socava la posibilidad misma de determinar su contenido empírico, también haría ininteligible hablar de  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3 \dots T_n$ , como objetos individuables, puesto que hablar de cualquier teoría *qua* teoría individual supondría, por definición, la inclusión de un conjunto particular de afirmaciones auxiliares, pero esta elección es, precisamente, lo que Leplin intenta impedir con su argumento.

Por otra parte, si las afirmaciones auxiliares no son necesarias para individuar teorías, la manera más sencilla de entender lo que Leplin afirma es que por “teoría” parece referirse a un conjunto de afirmaciones “nucleares” que, siguiendo a Lakatos (1978), podríamos caracterizar como un conjunto de presupuestos teóricos fundamentales que definen un Programa de Investigación Científica (PIC). Sin embargo, aún en la posición de Lakatos, un PIC está compuesto por teorías individuables que difieren en virtud de algunos de sus presupuestos auxiliares. Por ende, es preciso que Leplin especifique los componentes teóricos (sean éstos lingüísticos o matemáticos) que nos permitirían definir la identidad de una teoría, de tal modo que sea posible determinar en qué condiciones nos encontramos ante una y la misma teoría y en qué circunstancias no. Sin criterios adecuados de individuación es apresurado concluir, como lo hace Leplin, que hay una indeterminación sobre el contenido empírico de  $T$ , si en primer lugar no hemos definido adecuadamente en qué consiste hablar de  $T$ .<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Una forma de atacar a la TSE es, precisamente, argumentar que no hay un acuerdo unánime sobre cómo definir adecuadamente las teorías científicas y, segundo, que la falta de criterios de individuación bloquea, de hecho, la posibilidad de determinar en qué condiciones dos teorías son o no incompatibles, puesto que para establecer esto último es preciso averiguar, primero, si no son, acaso, la misma teoría formulada de dos maneras distintas. Así, la cuestión sobre cómo definir la naturaleza de las teorías científicas es mucho menos sencilla de lo que Leplin parece suponer en su argumento.

## 6. *De datos empíricos a evidencia empírica*

¿Podemos conservar el diagnóstico de Leplin sin heredar las dificultades de su argumento? Mi respuesta es afirmativa. En lo que sigue desarrollo la que estimo es la mejor manera de formular la *reductio* propuesta por Leplin. En mi argumentación será fundamental, en primer lugar, distinguir entre datos u observaciones y evidencia empírica, a continuación ejemplificaré esta distinción recurriendo a algunos casos de la práctica científica; en segundo lugar, propondré que semejante distinción impone restricciones acerca de cómo formular la premisa EE, pues, como veremos, existe un riesgo latente de que la TSE sea inconsistente según un enfoque que contemple la manera en que los datos u observaciones confieren apoyo epistémico a nuestras teorías.

Dado que la distinción que propongo depende de manera crucial de una vertiente de carga teórica de la observación, a continuación establezco algunas distinciones útiles. De acuerdo con Carrier (1994, cap. 2) la noción de “carga teórica” tiene al menos tres sentidos distintos. El primero tiene que ver con lo que más frecuentemente denominamos “carga teórica de la experiencia”, y ocurre cuando dos o más individuos parecen poseer experiencias perceptuales distintas, aunque dispongan de la misma imagen retiniana. Este primer sentido lo plantearon Hanson (1958), Kuhn (1970) y Feyerabend (1975), y una fuerte motivación en su favor proviene de la psicología de la Gestalt. La tesis central detrás de esta noción es que nuestra percepción de la realidad está fuertemente condicionada por presupuestos teóricos.

El segundo sentido que Carrier expone tiene que ver más con un aspecto semántico, y lo denomina “contextual”. Según esta noción de carga teórica, la tesis central es que nuestras teorías determinan el contenido semántico de los términos que forman parte de nuestras afirmaciones, ya sea que se trate de enunciados sobre entidades observables o inobservables. Como es claro, esta segunda noción guarda estrecha relación con las teorías descriptivistas del significado, pues la dimensión semántica de un término ha de determinarse por el conjunto de afirmaciones y/o descripciones que forman parte de nuestras teorías científicas. Esta segunda noción también la propuso Kuhn y, Feyerabend lo hizo poniendo especial énfasis en los términos observacionales.

El tercer sentido de carga teórica se centra en los componentes teóricos empleados para modelar los datos empíricos que se obtienen mediante instrumentos de medición. De acuerdo con esta noción,

los datos empíricos pueden usarse como evidencia sólo de manera condicional, esto es, en relación con un conocimiento científico de fondo que permite describir los distintos mecanismos inobservables empleados por los instrumentos de medición, y supone tanto modelos estadísticos como procesos de idealización. La idea crucial de esta última interpretación es que los enunciados observacionales necesitan ser modelados teóricamente antes de adquirir alguna relevancia como evidencia empírica.<sup>18</sup>

Si bien es cierto que la noción de modelo puede entenderse como la representación idealizada y/o simplificada de ciertos fenómenos o regularidades de la realidad (p.ej. el modelo de la doble hélice del ADN o el modelo Nuclear de Gota Líquida, etc.), o de ciertos datos empíricos (dígitos en un contador Geiger, o el número de repeticiones a lo largo del Genoma, etc.),<sup>19</sup> aquí me ceñiré únicamente al segundo aspecto, es decir, la idea de modelo debe entenderse como una interpretación corregida, mejorada, idealizada y regimentada de datos empíricos puros (con lo cual no quiero decir que carezcan de una dimensión semántica, o de carga teórica), los cuales no podrían ser utilizados como datos confirmatorios o refutatorios con respecto a una teoría particular hasta no ser modelados. En este sentido un modelo no se reduce a un conjunto de afirmaciones auxiliares, sino al uso de un conjunto de teorías físicas y modelos estadísticos que permiten asignar una interpretación definida a los datos empíricos.

Cabe mencionar que el tercer sentido de carga teórica propuesto por Carrier que, como veremos, va de la mano con la noción de modelo empleada para representar datos empíricos, no tiene que comprometerse con el hecho de que nuestra experiencia sensorial sea dependiente de lo que afirmen nuestras teorías científicas, así como tampoco con que el significado de los términos empleados para registrar que los datos de los instrumentos sea determinado por los presupuestos teóricos que forman parte del conocimiento científico de fondo. Es decir, este tercer sentido constituye una noción de carga teórica independiente tanto de la noción perceptual como de la contextual. Para nuestros fines actuales es de especial importancia este último sentido, pues nuestra ciencia actual emplea instrumentos su-

<sup>18</sup> Es importante señalar que este tercer sentido no afirma que el carácter observacional de los reportes observacionales está sujeto a revisión por el mero hecho de ser dependientes de instrumentos y/o procesos físicos que presuponen aspectos teóricos inobservables, más bien, enfatiza la relevancia de los presupuestos teóricos que intervienen a la hora de interpretar los datos arrojados por diversos instrumentos de medición.

<sup>19</sup> Veáanse Frigg y Hartmann 2018, así como Suppes 1962.

mamente complejos que van desde microscopios electrónicos, relojes atómicos, radiotelescopios y contadores Geiger, hasta superaceleradores de partículas, y los datos recabados por ellos desempeñan una función esencial en la ciencia actual no como observaciones *simpliciter*, sino como observaciones *qua* evidencia.

Por ejemplo, un contador Geiger es capaz de detectar y cuantificar la radiación ionizante emitida por diversas fuentes electromagnéticas, no obstante, los datos que pudieran obtenerse observando los indicadores de este dispositivo serían de escasa importancia de no ser porque se ha establecido una relación entre los distintos componentes del contador y los procesos de ionización que ocurren en su interior, dando lugar a una variación de corriente que el contador Geiger registra para luego mostrarla numéricamente. Por supuesto, los aspectos teóricos que confieren sentido a los datos mostrados en el contador son diversos: explicaciones sobre la naturaleza de la radiación ionizante, la manera correcta de registrarla, excluir factores de interferencia, así como la manera adecuada de cuantificarla.<sup>20</sup>

¿Cómo es que un conjunto de datos observables sirve de evidencia para confirmar o refutar la existencia de algo que es, en principio, inobservable? Semejante cuestión dirige nuestra atención al hecho de que los datos empíricos precisan de un modelo teórico sin el cual su utilidad para la práctica científica sería escasa, pues:

Qué resultado de una medición sea inferido de un conjunto de indicadores depende de los presupuestos teóricos involucrados. Más específicamente, los resultados de mediciones dependen no sólo de los indicadores generados por un sistema de medición, sino también de cómo el sistema sea modelado teóricamente y estadísticamente.<sup>21</sup> (Tal 2016a, p. 320)

El ejemplo siguiente nos dará una idea más clara de lo que quiero decir. Para medir el transcurso de tiempo terrestre se utilizan relojes

<sup>20</sup> Es preciso mencionar que lo que aquí defenderé deja abierto el debate acerca de si la construcción de cualquier instrumento de medición requiere, y en qué medida, presupuestos teóricos. Aunque hay quienes defienden que la invención de algunos instrumentos de medición muy complejos presupone de teorías igualmente sofisticadas (por ejemplo, el microscopio electrónico ha empleado diversos principios de la mecánica cuántica (Bueno 2016)); también se ha argumentado que otros instrumentos como el microscopio óptico se inventó sin contar con una teoría óptica que fuese aplicada en su construcción (Hacking 1983).

<sup>21</sup> Ya Bogen y Woodward (1988) y Woodward (2011) habían defendido una tesis semejante, aunque la distinción que propusieron es un tanto distinta, a saber, entre “datos empíricos” y “fenómenos”, y no entre “indicadores” y “mediciones”. Aunque la terminología difiere, la idea central es semejante: los datos o indicadores no poseen, *per se*, utilidad confirmatoria.

atómicos que se sirven de la transición atómica de elementos como el cesio; sin embargo, semejantes transiciones distan de acaecer de manera sincrónica, de modo que es preciso recurrir a modelos teóricos idealizados que nos permitan corregir las variaciones ocasionadas por factores como la temperatura o los efectos gravitacionales de la Tierra. Sólo así es posible regular los distintos desfases (retrasos o adelantos) que pudieran ocurrirle a los relojes a mediano y a largo plazo.<sup>22</sup> La definición atómica de un segundo como “9, 192, 631, 770 periodos de la radiación correspondiente a una transición hiperfina del cesio 133 en su estado fundamental” (BIPM (2006), citado en Tal 2016a (p. 301)), muestra la enorme distancia teórica entre un dato o indicador observable y su relevancia epistémica para nuestras teorías, esto es, su papel como evidencia. Medir el lapso de tiempo entre dos eventos y obtener una medición relevante es un proceso que echa mano de un gran número de presupuestos teóricos: la lectura de un registro es sólo una minúscula parte de un proceso teórico-estadístico más amplio y, a menudo, más complejo. Para el caso que nos ocupa ahora bastará con mencionar algunos componentes teóricos intermediarios:

1. Es preciso determinar la muestra adecuada del isótopo de cesio correspondiente, lo cual implica echar mano de una teoría atómica y de la posibilidad de cuantificar el número de protones existentes en el núcleo atómico del cesio.
2. El átomo de cesio constituye un reloj estable sólo si suponemos que se encuentra a una temperatura de 0° Kelvin, lo cual es imposible de conseguir en la práctica. Con el fin de que los datos obtenidos se consideren confiables es necesario contar con un modelo teórico que elimine fuentes de error e interferencia, y que nos permita establecer con qué grado de exactitud los resultados pueden estimarse confiables.
3. La medición de la frecuencia de los átomos de cesio tiene que contemplar el fenómeno de desplazamiento al rojo debido a los efectos gravitacionales de la Tierra. Esto último presupone fenómenos relativistas y es preciso contemplar la teoría correspondiente con tal de obtener los cálculos correctos.

<sup>22</sup> Un magnífico estudio de caso sobre la medición del tiempo puede hallarse en Tal (2016a; 2011). Los apuntes siguientes tienen como base los ensayos que aquí cito.



Una vez que hemos contemplado, *inter alia*, los puntos 1–3 y las teorías físicas correspondientes para explicarlos, estamos en condiciones de asumir que los datos arrojados por los distintos relojes atómicos son indicadores confiables del intervalo de tiempo entre dos o más fenómenos, es decir, que los datos ofrecen información relevante sobre la medición del tiempo. Sin un conocimiento de fondo semejante no estaríamos en condiciones de *justificar* la relevancia de los datos empíricos obtenidos. Por esta razón es de vital importancia evitar confundir datos o enunciados empíricos con afirmaciones de evidencia, pues, aun cuando hay una estrecha relación entre ambos, los primeros no poseen una relevancia epistémica intrínseca, y su relevancia confirmatoria o refutatoria es dependiente del modelo empleado para dotarlos de una interpretación particular.

Ejemplos de datos incluyen fotografías de una cámara de burbujas, patrones de descarga en detectores electrónicos de partículas, el registro de los tiempos de reacción así como de la tasa de error de diversos experimentos psicológicos. *Ejemplos de fenómenos para los cuales los datos mencionados podrían proveer evidencia serían corrientes neutrales débiles, el decaimiento del protón, los efectos de recencia y asociación en la memoria humana.* (Bogen y Woodward 1988, p. 306; las cursivas son mías.)

Nótese que Bogen y Woodward consideran que los datos empíricos “podrían proveer evidencia” para los fenómenos que enumera a continuación, sin embargo, esto no es necesario, pues los presupuestos teóricos empleados para modelar los datos podrían variar en precisión, metodológica o teóricamente, modificando con ello la manera en que éstos tendrían una conexión con las teorías que pretenden confirmar. En un caso, la fotografía de una cámara de burbujas podría no ser un indicador de corrientes neutras, si tan sólo contáramos con un modelo alternativo que asignara una interpretación distinta a los datos empíricos, o la medición del lapso de tiempo entre dos eventos cambiaría si, en vez de utilizar un reloj atómico, empleáramos la posición de sol o un reloj de arena.

Más recientemente Kosso (2010), Basu (2003) y, de manera especial, Tal (2015; 2016a; 2016b) han enfatizado el papel fundamental de los modelos teóricos a la hora de evaluar la relevancia de los resultados de diversos dispositivos de medición extremadamente sofisticados. En esta línea argumentativa Tal (2016b, p. 2) ha señalado que:

podemos suponer que los científicos observan los indicadores de sus instrumentos de medición tales como la posición de los punteros y numerales que aparecen en las pantallas. No hay duda de que las mediciones involucran la observación en este sentido. [Sin embargo], la medición frecuentemente involucra inferencias, teoría, estadística, abstracción, idealización, predicción, cálculos y construcción de instrumentación.

La distinción que Tal pretende establecer, de un modo semejante a la que Bogen y Woodward proponen, es la de distinguir entre indicadores de un aparato de medición y lo que él mismo denomina “mediciones”. En breve:

Como proponentes de una concepción basada en modelos enfatizamos que las inferencias que van de indicadores a resultados de mediciones no son triviales, y son dependientes de un conjunto de supuestos teóricos y estadísticos sobre el objeto medido, el instrumento, el medio circundante y el proceso de calibración. (2016b)

Una consecuencia natural de reconocer esta tercera forma de carga teórica es que nos lleva a considerar que, al menos en lo que respecta al uso de instrumental técnico en la práctica científica, la noción de apoyo empírico en este contexto debe comprenderse de un modo condicional, esto es, de acuerdo con el modelo o modelos que han sido empleados para formular e interpretar los datos empíricos obtenidos mediante instrumentos. Ignorar estos componentes teóricos implicaría ir en contra de un aspecto central de la práctica científica; más aún, formular un desafío como la TSE sin contemplar la complejidad de la práctica científica es, como veremos, un camino plagado de dificultades.

### 7. *¿Son los datos empíricos distintos de la evidencia empírica?*

Antes de proseguir es preciso mencionar un par de objeciones que podrían surgir sobre esta última distinción que defiendo. Primero, podría objetarse que hemos enfatizado innecesariamente la función de los modelos en la interpretación de los datos empíricos a fin de determinar su función como evidencia. La segunda objeción es que no hemos especificado qué instrumentos de medición, y en qué medida, presuponen componentes teóricos inobservables.

Sobre el primer punto podría argumentarse que la relevancia confirmatoria de los datos empíricos se define únicamente en virtud de las relaciones lógicas entre éstos y nuestras teorías. Así, Nagel (1961)

y Popper (1959) podrían argüir, esgrimiendo un enfoque deductivista, que la relevancia de un enunciado cualquiera para confirmar (o corroborar) una teoría dependerá únicamente de que la teoría en cuestión implique lógicamente el enunciado o enunciados que han de contrastarse con la experiencia. Nagel, por ejemplo, menciona que la generalización “el plomo se funde a los  $327^{\circ}\text{C}$ ” es una ley que sería confirmada mediante observaciones que no necesitarían ser modeladas teóricamente. No obstante, aun cuando no es mi intención dejar de lado el papel que la deducción (o inducción) podrían desempeñar en la confirmación de nuestras teorías, hay una sobresimplificación de la práctica científica al creer que es suficiente contemplar las relaciones deductivas (o inductivas) para definir en qué condiciones ciertos datos empíricos son o no relevantes como evidencia.

La razón central para respaldar esta última afirmación es que el enunciado “el plomo se funde a los  $327^{\circ}\text{C}$ ” es una idealización que ha hecho abstracción de distintos factores que, si fuesen considerados, arrojarían resultados particulares divergentes. Por otra parte, definir la temperatura de fusión no es un asunto que dependa meramente de observar y registrar un “hecho”, puesto que la precisión de los instrumentos de medición dependerá de su calibración y susceptibilidad para reproducir resultados confiables, y no está exento de involucrar presupuestos teóricos, de manera semejante a lo que ocurre con la medición del tiempo empleando relojes atómicos.

En este último caso uno se vería tentado a pensar que la cuestión se reduce a idear o formular una teoría para luego contrastarla con datos empíricos u observaciones *simpliciter*, no obstante, nada puede estar más alejado de la realidad. En primer lugar, no hay un único reloj atómico sino varios, y cada uno de ellos marca un segundo atómico con ciertos rangos de variación; segundo, seleccionar qué átomos de cesio tienen transiciones estables, eliminar fuentes de error, considerar efectos gravitacionales y de temperatura, son sólo algunos de los componentes teóricos que un modelo teórico incorpora a fin de considerar qué datos son confiables y cuáles no, así como para determinar el margen de error existente tanto si hablamos de la medición hecha por un mismo reloj como si es comparado con otros.<sup>23</sup>

Sobre la segunda objeción es preciso aclarar que la noción de “carga teórica” que he desarrollado en esta sección puede entenderse de

<sup>23</sup> Por esta razón se ha enfatizado que la recopilación de datos y observaciones es un proceso complejo en el que se descartan ciertos resultados y se preservan algunos otros. Asimismo, frecuentemente hay un proceso de idealización y abstracción no sólo en la calibración de los instrumentos de medición, también en lo que respecta a los datos y las variaciones que podrían ocurrir al realizar mediciones concretas.

dos maneras distintas, aunque vinculadas. Primero, en relación con la construcción y la calibración de instrumentos, y segundo, como una forma de interpretar y evaluar los datos empíricos. Podemos evitar compromisos innecesariamente robustos con 1, afirmando que la posición que defiendo es compatible con que determinados instrumentos no requieran una teoría (científica) previa para su construcción y calibración, tal y como lo he sugerido en una nota anterior; aunque hay buenas razones para creer que ciertos instrumentos como los relojes atómicos, contadores Geiger, microscopios electrónicos, aceleradores de partículas, radiotelescopios, equipos de electroforesis, etc., forman parte de un conjunto de instrumentos cuya construcción y calibración sí ha necesitado de nuestras teorías científicas.

Respecto a 2 hay que mencionar que, al igual que lo hicimos con 1, no es necesario afirmar que todos y cada uno de los datos empíricos requieren un modelo teórico (en sentido técnico) intermediario, para que éstos constituyan afirmaciones epistémicas relevantes. Esta afirmación tiene una estrecha relación con el tipo de instrumento que tratemos y con el conjunto de compromisos teóricos que intervengan en su elaboración y calibración. Así, un instrumento tan sencillo como una lupa o un microscopio óptico podrían arrojar observaciones tan cercanas a nuestra propia percepción que no sería necesario echar mano de un modelo teórico que les asignara una interpretación particular.<sup>24</sup>

En otros instrumentos de medición los modelos teóricos serán indispensables, pues, en la medida en que tratemos con entidades inobservables, los procesos inferenciales que nos lleven de datos empíricos a evidencia empírica incrementarán, de manera que los datos tendrán que echar mano de presupuestos teóricos que fijen una conexión entre ellos y las teorías que deseamos confirmar, en tal caso, la posición que aquí he articulado es compatible con el hecho de que los modelos teóricos intervengan esencialmente en casos en los cuales el instrumental presupone un conocimiento científico muy sofisticado.

## 8. *Reductio en contra de la TSE*

Considerando la línea argumentativa de las secciones anteriores, ahora podemos construir un argumento para mostrar que la tesis de la

<sup>24</sup> Por supuesto, esta afirmación no está exenta de precisiones. En la medida en que existan distorsiones (e.g. aberraciones de distinto tipo) y dado que cierto tipo de materiales deben teñirse y/o combinarse con otras sustancias, se vuelve indispensable contar con un modelo que nos permita distinguir aquellos componentes que poseerán un correlato objetivo y cuáles serían el resultado de alteraciones originadas por la preparación de alguna muestra.

subdeterminación no puede aplicarse coherentemente a la práctica científica. Hemos visto en la sección 1 de este artículo que la formulación de la TSE depende crucialmente de la noción de EE. Sin embargo, a la luz de las secciones subsiguientes hemos articulado una distinción fundamental entre datos empíricos y evidencia, la cual presupone una vertiente de carga teórica que hemos discutido ya extensamente; por consiguiente, nuestra atención debe centrarse, más bien, en cómo *la misma evidencia* empírica (y no los mismos datos) podría dar soporte a dos teorías rivales incompatibles.

No hay que olvidar que desde el punto de vista de la formulación canónica de EE, lo que resulta relevante son los enunciados empíricos *per se*, así como su relación lógica con nuestras teorías científicas. Ahora bien, si es correcto afirmar que existen determinados instrumentos que arrojan datos u observaciones y que semejantes datos precisan de una interpretación, entonces el teórico de la subdeterminación se enfrenta a la siguiente cuestión: ¿qué actitud epistémica debería adoptar con respecto a los componentes teóricos que se emplean para interpretar los datos empíricos?

Conviene notar que la TSE *necesariamente* motivaría una actitud escéptica sobre los modelos empleados para interpretar los datos que arrojan nuestros instrumentos de medición, sin embargo, esto originaría la dificultad siguiente: hay que aceptar, de acuerdo con la TSE, que podrían existir modelos teóricos rivales que interpretarían *un mismo conjunto de datos empíricos* de formas distintas y, en consecuencia, asignarles un papel incompatible en cada caso: confirmatorio, refutatorio o irrelevante.

Si esto ocurriese, entonces, el teórico de la subdeterminación se enfrentaría a una severa dificultad porque la TSE requiere que sea posible determinar el apoyo empírico que los datos u observaciones confieren a dos o más teorías rivales (p.ej.  $T_1$  y  $T_2$ ), sin embargo, esto presupone, a su vez, que hemos dado por sentada una interpretación particular sobre los datos en cuestión ya que en tal caso podríamos afirmar que los datos son indicadores confiables de lo que afirma tanto  $T_1$  como  $T_2$  (es decir, están respaldados por la misma evidencia). La cuestión es que esta última tarea no puede ser exitosa si uno es escéptico, en primer lugar, de los modelos teóricos que nos permiten establecer una conexión confirmatoria entre los datos empíricos y nuestras teorías científicas.

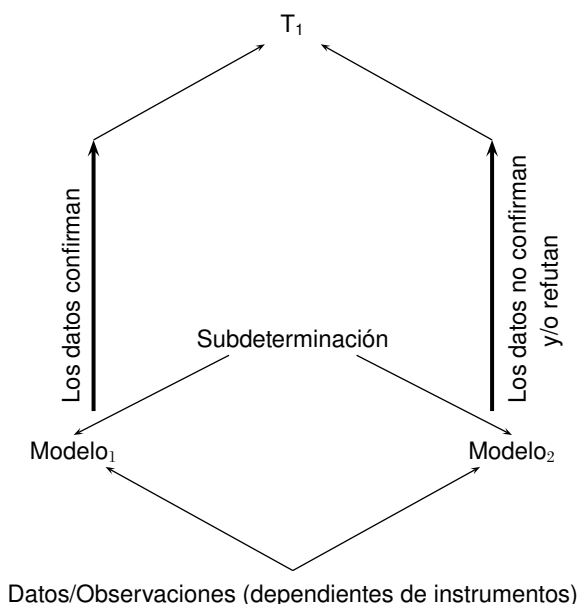
Que los mismos datos pueden ser interpretados como evidencia favorable o refutatoria no es una fantasía filosófica. Un célebre ejem-

plo histórico, aunque no el único,<sup>25</sup> es el tubo de rayos catódicos que Hertz y Thompson emplearon durante la segunda mitad del siglo XIX. Es sabido que ambos físicos experimentadores, con apenas unos años de diferencia, llegaron a conclusiones enteramente opuestas a partir de experimentos muy semejantes: mientras que el primero concluyó que los rayos catódicos no poseían carga eléctrica, el segundo no sólo afirmó que sí poseían carga, también postuló la existencia de pequeñas partículas llamadas electrones y calculó su tamaño. ¿Cómo es posible que ambos científicos llegaran a conclusiones incompatibles? Se sabe que tanto Hertz como Thompson aplicaron un campo eléctrico al tubo de rayos catódicos con la expectativa de que éstos manifestaran una desviación en su trayectoria, sólo en tal caso quedaría confirmada la hipótesis de que los rayos poseían carga eléctrica; sin embargo, al no hallar indicios de tal desviación, Hertz dio por hecho que sus experimentos eran evidencia concluyente de que los rayos catódicos eran eléctricamente neutros.

Thompson, por su parte, repitió los experimentos de Hertz obteniendo resultados similares, sin embargo, conjeturó que estos resultados no mostraban la ausencia de carga eléctrica, pues, cuando Hertz había realizado sus experimentos el vacío generado al interior del tubo era “imperfecto”, de manera que los resultados de Hertz tenían que ser reinterpretados a la luz de esta otra afirmación, puesto que el haz de rayos catódicos ionizaría los residuos de gas (aire) al interior del tubo, generando cargas negativas y positivas que neutralizarían la potencial carga eléctrica de los rayos catódicos, evitando, con ello, que ésta se manifestara (Thomson 1897).

Independientemente de la noción de error que se elija para analizar el ejemplo actual, la idea que deseo resaltar es cómo un resultado experimental puede interpretarse, de hecho, como evidencia a favor, o en contra, de una misma hipótesis si modelamos los mismos datos de maneras divergentes. Si este diagnóstico es correcto, la TSE implicaría un cuestionamiento en contra de la posibilidad de determinar si un conjunto de datos es o no confirmatorio respecto a una teoría, y a su vez, un cuestionamiento en contra de la posibilidad de determinar si ciertos datos apoyan a cualesquiera dos teorías rivales. Lo que intento establecer puede resumirse en el siguiente esquema:

<sup>25</sup> Algunos casos en los cuales los mismos datos empíricos difieren con respecto a su impacto confirmatorio se encuentran en *The Book of Evidence* de Achinstein (2010, caps. 1 y 2).



La idea central del esquema anterior es que si los modelos empleados para interpretar los datos empíricos pueden estar subdeterminados (de acuerdo con la TSE), entonces hay al menos dos modelos rivales que toman como *input* los mismos datos empíricos y, sin embargo, en un caso la relación entre datos y teoría es confirmatorio, mientras que en el otro caso podría ocurrir que los datos fuesen irrelevantes o refutatorios; siendo así ¿no sería conveniente suspender el juicio acerca de la relevancia confirmatoria de los datos empíricos en cuestión? Y, en tal caso, ¿cómo podríamos establecer que cualesquiera dos teorías gozan del mismo respaldo empírico tal y como fue supuesto por la premisa EE? La *reductio* en contra de la TSE surge, justamente, porque al suponerla correcta (lo cual implica asumir la premisa de incompatibilidad y la noción de EE), simultáneamente bloqueamos la posibilidad de establecer la noción de EE.

Si bien es cierto que uno podría eludir la conclusión anterior estipulando un modelo particular que interpretara los datos empíricos como evidencia confirmatoria en relación con  $T_1$  y  $T_2$ , esta alternativa da paso a otra objeción de Leplin que se mencionó en un apartado anterior, a saber, que la TSE sería un desafío trivial si asumiéramos arbitrariamente un modelo de acuerdo con el cual los mismos datos empíricos contarán como evidencia confirmatoria respecto a cualesquiera dos teorías rivales.

Finalmente, es preciso mencionar por qué el argumento que he articulado representa una ventaja importante con respecto al argumento de Leplin. Primero, el argumento que defendiendo se centra en los datos obtenidos mediante instrumentos de medición con un alto grado de complejidad y, al hacerlo, mi crítica ha tomado como base aspectos fundamentales de la práctica científica que el argumento de Leplin pasa por alto. En segundo lugar, mi discusión no pretende establecer la indeterminación del contenido empírico de las teorías, sino cuestionar la imposibilidad de decidir el impacto confirmatorio que los datos empíricos podrían tener si la TSE es correcta.<sup>26</sup>

Lo que esto último quiere decir es que mientras el argumento de Leplin presupone un modelo hipotético-deductivo de la confirmación y pretendía establecer (asumiendo que la TSE es correcta) que el contenido empírico de una teoría sería indeterminado porque las afirmaciones auxiliares también estarían subdeterminadas, mi argumento invoca a la práctica científica e incorpora la noción de modelo para distinguir entre datos y evidencia (algo a lo que el modelo hipotético-deductivo no presta atención) y se centra en la dificultad de establecer si los mismos datos (que involucran instrumentos de medición complejos) pueden ser evidencia favorable con respecto a la misma teoría tal y como la TSE lo supone.

Por otra parte, el argumento de Leplin presupone una distinción crucial al interior de nuestras teorías, esto es, entre los enunciados “duros” o centrales, de aquellos que serían meramente auxiliares. Sin embargo, hemos visto que esto plantea dificultades serias sobre el criterio de individuación de teorías de Leplin. Mi argumento, por otra parte, sortea esta dificultad puesto que el enfoque que he propuesto problematiza las relaciones confirmatorias entre teoría y datos, y no depende de una concepción particular de la naturaleza de las teorías científicas.

Asimismo, aunque he sugerido que la TSE podría ser formulada en una vertiente “transitoria” y en otra que denominé “robusta”, el argumento que he propuesto aquí cuestiona ambas tesis por igual: en la medida en que surge la dificultad de determinar el impacto confirmatorio de un conjunto de datos empíricos, hay un cuestionamiento con respecto a la plausibilidad de la TSE tanto si presuponemos

<sup>26</sup> Este punto es crucial dado que Leplin identifica “el contenido empírico” de una teoría con el conjunto de sus “consecuencias empíricas”, sin embargo, he argumentado que la noción de apoyo empírico no puede reducirse únicamente al conjunto de enunciados observacionales implicados, puesto que al hacerlo hay una sobresimplificación de la práctica científica que omite la manera en que las observaciones adquieren relevancia confirmatoria.



una EE transitoria como si estipulamos una vertiente robusta. Finalmente, lo que definiendo en el presente artículo no intenta refutar cualquier forma de subdeterminación, sólo aquella que ha figurado como su formulación canónica y que especifico en la sección inicial.

## 9. *Conclusión*

La *reductio* que propongo en las secciones anteriores supone una crítica decisiva en contra de la TSE, sin embargo, ¿aún sería posible sortear una dificultad de tal gravedad y asumir coherentemente la TSE? Concluyo con algunas posibles alternativas que podrían servir para una investigación futura:

1. El defensor de la TSE podría afirmar que su desafío es consistente con tener conocimiento sobre *algunas* entidades inobservables postuladas por nuestras teorías científicas, a saber, los presupuestos que se utilizan para modelar e interpretar los resultados de nuestros instrumentos de medición; luego, el teórico de la subdeterminación podría determinar el impacto confirmatorio de los datos empíricos sin atentar contra su propio escepticismo.
2. Podría aceptarse que el desafío de la subdeterminación afecta cualquier afirmación que involucre entidades inobservables (lo que iría en contra de la alternativa 1), aunque esto no supondría la imposibilidad de determinar si un conjunto de datos empíricos tiene un impacto confirmatorio, refutatorio o irrelevante, pues podría insistirse que es innecesario invocar modelos intermediarios con el fin de determinar el estatus evidencial de los datos en cuestión.

A primera vista, que el teórico de la subdeterminación acepte la alternativa 1 parecería ir en contra de su propia pretensión de cuestionar todas aquellas afirmaciones sobre entidades inobservables, aunque visto con más cuidado esto no tiene que ser así. Si admitimos que en la práctica científica no toda afirmación sobre inobservables goza de la misma confianza epistémica, parece consistente articular una posición en la cual la TSE admita cierto grado de conocimiento de algunos componentes inobservables y, al mismo tiempo, sostenga que otros componentes permanecerían subdeterminados.<sup>27</sup> Aunque esto

<sup>27</sup> Una posición semejante la sugiere Sklar (1981) y, más recientemente, Stanford (2006).

exige al teórico de la subdeterminación establecer un criterio que le permita identificar aquellos componentes inobservables que podrían ser objeto de nuestro conocimiento, además de determinar si éstos serían los que intervendrían de manera esencial en la interpretación de los datos empíricos. Por supuesto, esta posición aún tiene que ser estructurada si ha de tener algún éxito a favor de la TSE.

Aceptar la alternativa 2, por otra parte, tiene el serio inconveniente de ignorar la manera en que la evidencia empírica se construye al interior de la práctica científica, al menos en lo que respecta a los datos recopilados por diversos instrumentos de medición. Un enfoque semejante sugiere poner nuestras intuiciones filosóficas por encima de lo que la ciencia misma podría enseñarnos, o lo que es lo mismo, “poner la carreta delante de los bueyes”. En cualquier caso, es importante que el defensor de la TSE articule una explicación de por qué sería pertinente adoptar esta alternativa sin que ello mine algunas intuiciones naturalistas fundamentales. A menudo se afirma que la TSE es una tesis meramente conjetural y que ése es uno de sus mayores defectos.<sup>28</sup> A mi parecer, ésta no es la única cuestión crucial para establecer o refutar la TSE porque, al final del día, este desafío empieza a parecerse mucho a aquella serpiente que con lentitud comienza a devorarse a sí misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- Achinstein, P., 2010, *The Book of Evidence*, Oxford University Press, Oxford.
- Basu, P.K., 2003, “Theory-Ladenness of Evidence: A Case Study From History of Chemistry”, *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, vol. 34, no. 2, pp. 351–368.
- Bogen, J. y J. Woodward, 1988, “Saving the Phenomena”, *Philosophical Review*, vol. 97, no. 3, pp. 303–352.

<sup>28</sup> Por cierto, es una objeción que no ha quedado sin respuesta. Lewis (2016) argumenta que las distintas interpretaciones de la mecánica cuántica ofrecen un excelente caso de estudio para la TSE. French y Readhead (1988) y Ladyman (1998) han motivado una forma de subdeterminación sobre la naturaleza de las partículas fundamentales; Jones (1991) y French (2014) discuten algunos putativos casos de subdeterminación “estructural” (e.g. entre distintos formalismos matemáticos); Manchack (2009; 2011) ha demostrado que hay propiedades globales del universo que están subdeterminadas; y Ellis (2014) y Butterfield (2014) ofrecen un estudio de caso de acuerdo con el cual es posible formular modelos homogéneos e inhomogéneos del universo entre los cuales sería imposible decidir sólo sobre la base de la evidencia empírica.

- Bueno, O., 2016, “Epistemology and Philosophy of Science”, en H. Paul (comp.), *Oxford Handbook in the Philosophy of Science*, Oxford University Press, Oxford.
- Butterfield, J., 2014, “On Under-Determination in Cosmology”, *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, vol. 46, no. 1, pp. 57–69.
- Carrier, M., 1994, *The Completeness of Scientific Theories on the Derivation of Empirical Indicators Within a Theoretical Framework: The Case of Physical Geometry*, The University of Western Ontario Series of Philosophy of Science, Boston.
- Chakravartty, A., 2017, *Scientific Realism* <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism/>> [fecha de consulta: 25/01/2019].
- , 2016, “Case Studies, Selective Realism, and Historical Evidence”, en M. Massimi, J.-W. Romeijn and G. Schurz, *EPSA15 Selected Papers*, Springer, 2017, pp. 13–23.
- Churchland, P.M., 1985, “The Ontological Status of Observables: In Praise of Superempirical Virtues”, en P.M. Churchland y C.A. Hooker (comps.), *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism*, University of Chicago Press, Chicago.
- Devitt, M., 1991, *Realism and Truth*, Princeton University Press, Princeton.
- Ellis, G.F., 2014, “On the Philosophy of Cosmology”, *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, vol. 46, no. 1, pp. 5–23.
- Feyerabend, P., 1975, *Against Method*, New Left Books, Londres.
- French, S., 2014, *The Structure of the World: Metaphysics and Representation*, Oxford University Press, Oxford.
- French, S. y M. Redhead, 1988, “Quantum Physics and the Identity of Indiscernibles”, *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 39, no. 2, pp. 233–246.
- Frigg, R. y S. Hartmann, 2018, *Models in Science* <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/models-science/>>[fecha de consulta: 20/06/2018].
- Grover, M., 1962, “The Ontological Status of Theoretical Entities”, en F. Herbert y M. Grover (comps.), *Scientific Explanation, Space, and Time*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, University of Minnesota Press.
- Hacking, I., 1983, *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hanson, 1958, *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jones, R., 1991, “Realism about What?”, *Philosophy of Science*, vol. 58, no. 2, pp. 185–202.

- Kitcher, P., 1993, *The Advancement of Science*, Oxford University Press, Nueva York.
- Kosso, P., 2010, “And Yet It Moves: The Observability of the Rotation of the Earth”, *Foundations of Science*, vol. 15, no. 3, pp. 213–225.
- Kuhn, T., 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, 2a. ed., University of Chicago Press, Chicago.
- Kukla, A., 1996, “Does Every Theory Have Empirically Equivalent Rivals?”, *Erkenntnis*, vol. 44, no. 2, pp. 137–166.
- , 1993, “Laudan, Leplin, Empirical Equivalence and Underdetermination”, *Analysis*, vol. 53, no. 1, pp. 1–7.
- Ladyman, J., 2002, *Understanding Philosophy of Science*, Routledge, Londres.
- , 2007, “Scientific Structuralism: On the Identity and Diversity of Objects in a Structure”, *Aristotelian Society Supplementary*, vol. 81, no. 1, pp. 23–43.
- , 1998, “What is Structural Realism?”, *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, vol. 29, no. 3, pp. 409–424.
- Ladyman, J., D. Ross, D. Spurrett y J. Collier, 2007, *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalised*, Oxford University Press, Oxford.
- Lakatos, I., 1978, *The Methodology of Scientific Research Programmes*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Laudan, L., 1990, “Demystifying underdetermination”, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 14, pp. 267–297.
- , 1984, “Realism Without the Real”, *Philosophy of Science*, vol. 51, no. 1, pp. 156–162.
- Laudan, L. y J. Leplin, 1991, “Empirical Equivalence and Underdetermination”, *Journal of Philosophy*, vol. 88, no. 2, pp. 449–472.
- Leplin, J., 1997, “The Underdetermination of Total Theories”, *Erkenntnis*, vol. 47, no. 2, pp. 203–215.
- Lewis, P.J., 2016, *Quantum Ontology: A Guide to the Metaphysics of Quantum Mechanics*, Oxford University Press, USA.
- , 1986, *On the Plurality of Worlds*, Blackwell Publishers, Oxford.
- Magnus, P.D. y C. Callender, 2004, “Realist Ennui and the Base Rate Fallacy”, *Philosophy of Science*, vol. 71, no. 3, pp. 320–338.
- Manchak, J., 2011, “What Is a Physically Reasonable Space-Time?”, *Philosophy of Science*, vol. 78, no. 3, pp. 410–420.
- , 2009, “Can We Know the Global Structure of Spacetime?”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, vol. 40, no. 1, pp. 53–56.
- Musgrave, A., 1985, “Realism Versus Constructive Empiricism”, en P.M. Churchland y C.A. Hooker (comps.), *Chicago and London: Images of Science*, University of Chicago Press, Chicago.
- , 1974, “Logical Versus Historical Theories of Confirmation”, *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 25, no. 1, pp. 1–23.
- Nagel, E., 1961, *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*, Brace & World, Harcourt.

- Norton, J.D., 2008, “Must Evidence Underdetermine Theory”, en M. Carrier, D. Howard y J. Kouran (eds.), *The Challenge of the Social and the Pressure of Practice: Science and Values Revisited*, University of Pittsburgh, Pittsburgh, pp. 1–31.
- Okasha, S., 2002, “Underdetermination, Holism and the Theory/Data Distinction”, *Philosophical Quarterly*, vol. 52, no. 2, pp. 303–319.
- Popper, Karl R., 1959, *The Logic of Scientific Discovery*, Routledge Classics, Londres.
- Quine, W.V.O., 1992, *Pursuit of Truth*, Harvard University Press, Mass.
- , 1975, “On Empirically Equivalent Systems of the World”, *Erkenntnis*, vol. 9, no. 3, pp. 313–328.
- Sklar, L., 1981, “Do Unborn Hypotheses Have Rights?”, *Pacific Philosophical Quarterly*, vol. 62, no. 1, pp. 17–29.
- Stanford, P.K., 2006, *Exceeding Our Grasp: Science, History, and the Problem of Unconceived Alternatives*, Oxford University Press, Oxford.
- , 2001, “Refusing the Devil’s Bargain: What Kind of Underdetermination Should we Take Seriously?”, *Proceedings of the Philosophy of Science Association*, vol. 68, no. 3 pp. S1-S12
- Suppes, P., 1962, “Models of Data”, en E. Nagel, S. Patrick y T. Alfred (eds.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress*, Stanford University Press, Stanford, pp.
- Tal, E., 2016a, “Making Time: A Study in the Epistemology of Measurement”, *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 67, no. 1, pp. 297–335.
- , 2016b, “How Does Measuring Generate Evidence? The Problem of Observational Grounding”, *Journal of Physics*, Conference Series 772.
- , 2015, *Measurement in Science*, <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/measurement-science/>> [fecha de consulta: 03/04/2018].
- , 2011, “How Accurate is the Standard Second?”, *Philosophy of Science*, vol. 78, no. 5, pp. 1082–1096.
- Thomson, J.J., 1897, “Cathode Rays?”, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, reimpresso en M. JoNye (ed.), 1986, *The Question of the Atom*, Tomash Publishers, Los Ángeles.
- Woodward, J.F., 2011, “Data and Phenomena: a Restatement and Defense”, *Synthese*, vol. 182, no. 1, pp. 165–179.

*Recibido el 13 de diciembre de 2017; revisado el 8 de abril de 2019; aceptado el 26 de abril de 2019.*