



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**

**UNA CLASIFICACIÓN PARA LAS TEORÍAS EMPÍRICAS  
INCONSISTENTES Y FUNCIONALES:  
ALCANCES Y LIMITACIONES**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:  
MARÍA DEL ROSARIO MARTÍNEZ ORDAZ

ASESORES:  
DRA. ATOCHA ALISEDA LLERA  
DR. MATHIEU BEIRLAEN.  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

MÉXICO, D.F., DICIEMBRE, 2014.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La investigación y preparación para la realización de esta **tesis de maestría** tuvo lugar en marco del proyecto "Lógicas del descubrimiento, heurística y creatividad en las ciencias" (PAPIIT, IN400514-3) otorgado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y fue subsidiada parcialmente por el mismo proyecto.



A 'Priori'.

## Agradecimientos

Muchas personas hicieron posible el éxito de esta investigación, y me temo que no podré enlistarlas a todas, sin embargo, siempre estaré agradecida con cada una de ellas.

La Dra. Atocha Aliseda se ha convertido, a lo largo de estos años, en una figura irremplazable en mi vida académica; sus consejos y su continua supervisión me han permitido crecer tanto profesional como personalmente. El Dr. Mathieu Beirlaen, por otro lado, ha sido un gran ejemplo de dedicación y constancia, y también se ha convertido en un amigo que ha enriquecido sistemáticamente mis experiencias académicas. A ambos, les agradezco el tiempo y la paciencia dedicados, no sólo a la construcción de esta tesis, sino también a la cimentación de mi vida académica futura.

A la Dra. Ana Rosa Pérez Ranzans le estoy infinitamente agradecida por el tiempo que ha dedicado a la revisión de esta investigación desde sus inicios, su apoyo ha sido indispensable para la construcción de esta tesis. Al Dr. Matthieu Fontaine y al Dr. Elías Okon, les agradezco por unirse de forma tan activa a este proyecto, sus comentarios enriquecieron la investigación notablemente.

Del mismo modo le agradezco a los integrantes del Centre for Logic and Philosophy of Science de la Universidad de Gent, por todos sus comentarios y sugerencias, en especial a la Dra. Joke Meheus cuya dirección fue fundamental para la construcción del capítulo 6 de esta tesis. De igual forma, le agradezco a la Dra. Dunja Šešelja, al Dr. Christian Straßer y al Dr. Diderik Batens por todas sus atenciones y sugerencias, y por su compromiso con esta investigación.

A mis padres, Salomón Martínez Sánchez y María del Rosario Ordaz de la Rosa, les agradezco por la paciencia que me han tenido a lo largo de los últimos años, por las largas llamadas telefónicas y por curar la frustración constante.

A John Goodyear le agradezco por cambiar mi vida para siempre.

A Andrés Pech y a Esther Pérez, les doy gracias por nunca dejarme sola y siempre iluminar mi camino. A María Teresa Michaud por llevarme siempre en el corazón. A Francisco Javier Pacheco Lujan le debo las noches de constantes desvelos y discusiones sobre la pertinencia de mi investigación, la compañía diaria y el apoyo sistemático. Sin su ayuda, nada de esto habría sido posible.

A Diego Vázquez, le agradezco las constantes discusiones sobre las implicaciones filosóficas de esta investigación, sin sus comentarios y su apoyo, gran parte de este producto final, no habría visto la luz.

A mis constantes interlocutores, Alfonso Gánem, Norma Ivonne Ortega y Porfirio Morales, les agradezco el cariño, la orientación y la compañía comprometida. A mis constantes lectores, Alejandro Solares, Cristian Gutiérrez, Fernanda Samaniego, Guillermo Espejo, Jorge

Manero, Mónica Livier y Thania Guevara, les agradezco infinitamente las sugerencias y el diálogo sistemático.

A mis amigos y compañeros más cercanos: Laura Pérez, Amaranta Ruiz, Ángel Abraham, Canek Sandoval, Cristina Sousa, Emmanuel Mendoza, Gilberto Vargas, Hajar Dkkali, José Navarro, Saoli Fernández, Nancy Núñez y Natividad Barta, les agradezco el cariño, la compañía y la comprensión que nunca han dejado de regalarme. A las personas que me apoyaron continuamente, desde sus escritorios y oficinas, a construir los momentos necesarios para el crecimiento de esta investigación, muchas gracias; gracias al Dr. Axel Barceló, al Dr. Edgar González, al Dr. Pedro Stepanenko, a Norma Aldana, a Noemí Vidal, a Cristina Benitez, a Maricela López y a Elizabeth Barajas.

Me temo que no existen palabras suficientes para expresar mucho que les debo a todos ellos.

## Introducción

Los criterios y, en particular, los valores que nos guían durante los procesos de elección y evaluación de teorías, hacen evidentes nuestras expectativas sobre la ciencia en general; si pedimos que nuestras teorías sean simples, probablemente es porque esperamos que nuestras ciencias también lo sean, si pedimos que sean fecundas, tiene sentido pensar que deseamos fecundidad en la ciencia. Sin embargo, no siempre nuestras expectativas se pueden ver satisfechas y estos valores que postulamos para nuestras teorías científicas se podrían convertir en una mera idea regulativa.

La consistencia ha sido un valor epistémico que un número considerable de filósofos de la ciencia se han encargado de enfatizar sistemáticamente; en ocasiones se ha defendido que, del conjunto de valores teóricos con los cuales tendemos a evaluar nuestras teorías científicas, la consistencia interna es el menos controversial de todos (Smith, 1988). Sin embargo, también se ha dicho que si queremos hablar de teorías científicas, no en tanto que productos ideales, sino como elementos en constante construcción, tal vez, no deberíamos asumir la consistencia como un requerimiento necesario durante los procesos de edificación de nuestras teorías mismas, pues ha sido la historia de la ciencia la que nos ha señalado de forma recurrente que, no siempre, las teorías de las cuales disponemos satisfacen los valores epistémicos que postulamos para ellas, en particular, la consistencia.

Ahora bien, ¿qué pasa cuando no es posible que nuestras teorías en uso satisfagan los requerimientos que les hemos impuesto?, ¿las abandonamos?, ¿las archivamos?, y en particular, si asumimos a la consistencia como un valor epistémico que nuestras teorías científicas deberían poseer, ¿qué debemos hacer si encontramos una teoría empírica que sea inconsistente?, ¿renunciar a ella?, ¿conservarla a pesar de sus inconsistencias?, ¿qué nos haría mantenerla?, ¿qué nos haría tolerar las inconsistencias en la ciencia?

El desarrollo de nuevas herramientas formales durante el siglo XX y las notables revisiones a la historia de la ciencia hechas por la escuela historicista de filosofía de la ciencia, fueron condición de posibilidad para la emergencia de una nueva tradición en filosofía de la ciencia y lógica que enfatizara la importancia del estudio de las inconsistencias en el razonamiento científico.

Esta tradición se ha permitido hablar del uso de metodologías inconsistentes en la ciencia (Nickles, 2002), de procesos de razonamiento inconsistentes (Miller, 2002) y de la construcción y uso de teorías científicas inconsistentes (Priest, 2002. Da Costa 2000, 2002), entre otras cosas; sin embargo, poco se ha escrito sobre las estrategias que es posible desarrollar para describir, clasificar u ordenar, aquellas teorías científicas que no satisfagan el requerimiento de consistencia.

En la presente investigación, buscaremos mostrar –apelando a un análisis filosófico e histórico sobre cómo funcionan las teorías empíricas- que es posible identificar teorías que hayan sido inconsistentes en algún sentido, y sin embargo, no se hayan rechazado inmediatamente una



vez que la inconsistencia hubiera sido descubierta. De igual forma, propondremos una manera particular de clasificar este tipo de teorías e intentaremos argumentar a favor de ella.

Para lograr lo anterior, en los primeros dos capítulos, describiremos un tipo de teorías que no sean irremediamente abandonadas a pesar de ser inconsistentes, las llamaremos ‘Teorías empíricas Inconsistentes y Funcionales’ (*TeIFs*), y así mismo, propondremos una manera de clasificarlas a partir del tipo de inconsistencias que involucran.

Luego, y con la finalidad de mostrar los alcances nuestras definiciones ofrecidas y de la clasificación aquí propuesta, en los capítulos 3, 4 y 5 presentaremos a la electrodinámica clásica, a la mecánica newtoniana, a dos modelos del núcleo atómico, a la teoría de la deriva continental (de Wegener) y a la teoría permanentista (de Edwing), como *TeIFs* e instancias positivas de nuestra clasificación.

Después, en el Capítulo 6, presentaremos algunas objeciones a la clasificación tal como ha sido descrita en el Capítulo 2, y haremos referencia a la anomalía en la medición de los neutrinos solares para presentarla como un contraejemplo a la clasificación aquí propuesta. Luego, a lo largo del Capítulo 7, introduciremos una nueva versión de nuestra clasificación, misma que incorpore los puntos más destacados obtenidos gracias al análisis de los estudios de caso arriba mencionados.

Por último, en el apartado correspondiente a las conclusiones, recapitularemos la información obtenida a través del análisis de los casos aquí presentados, y reflexionaremos sobre las ventajas de haber identificado, a lo largo de la historia de la ciencia, casos de teorías que hayan sido, efectivamente, inconsistentes y al mismo tiempo, se hayan mantenido en uso dentro de su dominio de investigación. Del mismo modo, buscaremos dar cuenta de los alcances de la clasificación y las ventajas de distinguir entre tipos de inconsistencias en las teorías empíricas.

Es importante decir que las implicaciones de esta investigación pueden ir más allá de solamente ofrecer una manera de separar teorías empíricas inconsistentes; a lo largo de las siguientes páginas buscamos también dar cuenta de la posibilidad de encontrar casos de teorías inconsistentes en las ciencias empíricas, que de hecho no se abandonan inmediatamente una vez que la inconsistencia es descubierta, y que además, el mantenerlas no tiene consecuencias desastrosas como la Visión Heredada hubiera sugerido décadas atrás.

De igual manera, este trabajo considera de forma sistemática la pregunta sobre ¿qué es lo que nos hace tolerar las inconsistencias en la ciencia?, y la responde a través de la noción de funcionalidad; si asumimos que a pesar de ser inconsistentes, no rechazamos ciertas teorías porque nos ayudan a resolver problemas destacados en los dominios de investigación en los cuales se insertan, y encontramos casos que ilustren esta situación, entonces tenemos una respuesta tentativa a una de las preguntas más destacadas de la filosofía de la ciencia cuando se habla de teorías inconsistentes.

Por último, la presentación de los cinco estudios de caso aquí ofrecidos, nos permite ver el lado descriptivo de la investigación; no buscamos únicamente caracterizar un tipo de teorías y postular sus elementos y relaciones más básicas, sino que también, buscamos dar una

caracterización de teorías empíricas inconsistentes que sea compatible con los relatos que la historia de la ciencia nos ofrece.

# Capítulo 1. Teorías Inconsistentes y Funcionales

## I. Introducción.

La detección y el análisis de inconsistencias en las ciencias tienen una larga historia en el pensamiento filosófico occidental. Por siglos, se ha buscado establecer normas para el razonamiento científico, tales que garanticen la posibilidad de alcanzar conocimiento genuino; se ha, así mismo, tendido a revisar y a corregir las teorías científicas de las cuales disponemos con el fin de saber si éstas son susceptibles de satisfacer o no las normas propuestas.

Si bien tanto la historia de la ciencia, como la de la filosofía de la ciencia, están repletas de debates sobre lo que son las teorías, sobre la posibilidad de hallar inconsistencias en las teorías científicas, y sobre las implicaciones de dichas inconsistencias en la ciencia, entre otros; en lo que sigue, nos centraremos en el análisis de una clasificación particular para examinar un tipo específico de teorías científicas, y solamente nos enfocaremos en teorías empíricas que además sean inconsistentes y funcionales. A continuación se expondrán los conceptos de “consistencia” e “inconsistencia” tanto en lógica como en filosofía de la ciencia, con la finalidad de sentar las bases sobre lo que entenderemos por una “teoría empírica inconsistente y funcional” (*TeIF*).

A lo largo de las siguientes páginas buscaremos hacer una breve descripción, en rasgos generales, de las teorías empíricas que a pesar de ser inconsistentes, se asumen como funcionales para las ciencias a las que pertenecen. Para lograrlo, daremos cuenta de la forma en la que se suele interpretar el término 'consistencia' en las ciencias formales y en la filosofía de la ciencia, especialmente con respecto a los procesos de evaluación de teorías.

Luego, haremos un esbozo general de una postura filosófica que se compromete con la posibilidad de encontrar teorías empíricas inconsistentes y al mismo tiempo no-triviales en la ciencia. Para, por último, poder rastrear a partir de esta perspectiva, los requisitos que satisface una teoría inconsistente y funcional.

El tratamiento ofrecido a lo largo de este capítulo, no pretende, en ningún sentido, ser una revisión exhaustiva de las discusiones sobre las implicaciones de valores teóricos, tales como la consistencia, en el desarrollo de la ciencia, pues es evidente la imposibilidad de hacer justicia ya sea a la historia del problema o a las diversas soluciones que se han propuesto en el último siglo a lo largo de estas pocas páginas.

Por tanto, el presente capítulo tiene el propósito de ofrecer las bases sobre las cuales se exhibirá, en capítulos posteriores, la discusión sobre la clasificación de inconsistencias en la ciencia de la cual disponemos actualmente para analizar las teorías inconsistentes y funcionales, y su legitimidad. La importancia del trabajo aquí realizado, consiste en ofrecer un marco conceptual preciso en el cual situar la discusión futura; de esta manera, el presente apartado sirve

como una introducción al problema filosófico y metodológico de cómo clasificar las teorías empíricas inconsistentes y funcionales.

## II. Consistencia 1.

En esta primera sección, desarrollaremos la siguiente idea: desde un punto de vista formal, para la lógica clásica, “un conjunto de proposiciones es consistente si existe al menos una posibilidad en la cual todas ellas sean verdaderas, y es inconsistente si no pueden ser todas verdaderas, en este mismo sentido, (en lógica clásica) se entiende que si un conjunto de proposiciones resulta ser inconsistente, a partir de él, es posible derivar cualquier proposición.

A partir de ahora y hasta indicar lo contrario, por cuestiones de economía, emplearemos el término *inconsistente* como sinónimo de *contradictorio*; y diremos, dada una teoría<sup>1</sup>  $\Gamma$ , ésta será inconsistente si cumple con lo siguiente:

Dada un  $\alpha$ : ( $\Gamma \vdash \alpha$  y  $\Gamma \vdash \neg \alpha$ )<sup>2</sup>

Ahora bien, la idea de consistencia, al menos para la lógica clásica, se yergue sobre dos pilares importantes y complementarios: el principio de (no) contradicción y el principio de explosión.

Sobre el primer principio,

El principio de contradicción tiene varias formulaciones que no son equivalentes entre sí. (...) dos importantes son:

- I. Dadas dos proposiciones  $\alpha$  y  $\neg\alpha$ , una de las cuales es la negación de la otra, una de ellas es falsa.
- II. La proposición  $\neg(\alpha \wedge \neg\alpha)$  es verdadera, donde  $\alpha$  es una proposición cualquiera,  $\neg$  es el símbolo de negación y  $\wedge$  representa el conectivo de conjunción. (Da Costa y Lewin, 1995; p. 188)

Por otro lado, y si se asumen (i) y (ii), mientras que el principio de (no) contradicción prohíbe la presencia de la conjunción de proposiciones contradictorias, el principio de explosión norma lo que ocurre si el de contradicción se viola. Para poder enunciarlo es necesario primero, introducir la noción de trivialidad:

Una teoría  $\Gamma$  es *trivial*, si es posible derivar a partir de ella cualquier proposición:

---

<sup>1</sup> A partir de ahora y hasta indicar lo contrario, sostendremos que una teoría constituye un conjunto de enunciados cerrado bajo consecuencia lógica. También entenderemos que al interior de tal conjunto, pueden distinguirse al menos dos tipos de enunciados: supuestos básicos y consecuencias observacionales (predicciones o explicaciones, o ambas); asimismo, afirmaremos que las teorías empíricas (tal cual han sido descritas) excluyen –inicialmente– resultados de la observación experimental que han sido obtenidos con el fin de corroborar sus consecuencias observacionales. Así mismo, asumiremos que las teorías empíricas de las cuales hablaremos aquí, son susceptibles de ser adecuadamente formalizadas.

<sup>2</sup> Cfse. Carnielli, Coniglio y Marcos, 2007; p. 7.

Para toda  $\alpha$ : ( $\Gamma \vdash \alpha$ ) (Trivialidad)<sup>3</sup>

Luego, el principio de explosión dice que una teoría se considerara como explosiva, si ésta se trivializa al momento de encontrar dos fórmulas contradictorias, es decir, si es el caso que:

Para toda  $\alpha$  y toda  $\beta$  ( $\Gamma, \alpha, \neg\alpha \vdash \beta$ ) (Explosión)<sup>4</sup>

En resumen, para cualquier sistema que sea clásico (explosivo) y para el cual se satisfagan nuestras definiciones de 'contradicción', 'trivialidad' y 'explosión'; si una teoría formal  $\Gamma$  hospeda una inconsistencia, entonces es posible inferir a partir de ella, cualquier proposición; esto es, el sistema legitima cualquier inferencia como adecuada, aunque idealmente no lo sea. En este caso  $\Gamma$  sería una *teoría trivial*, por tanto, no nos diría nada sobre qué razonamientos son correctos y cuáles no lo son, no nos permitiría distinguir entre inferencias y productos inferenciales adecuados e inferencias y conclusiones no relevantes.

### III. Consistencia 2.

Por otro lado, desde la filosofía de la ciencia, el término 'consistencia' puede asumirse desde una posición tal que sugiera que “Una ciencia es consistente si su teoría o sus teorías centrales son internamente consistentes, mutuamente consistentes, y a su vez, consistentes con fenómenos empíricos y principios tales como el de la conservación de la energía.” (Nickles, 2002; p. 9. Mi traducción).

Sin embargo, también es común sostener que, dada la complejidad que supone el evaluar la consistencia de una disciplina como un todo, debemos conformarnos con decir que las teorías pueden ser consideradas como *consistentes*, si lo son, no solamente de forma interna, sino también con otras teorías aceptadas y pertinentes para el dominio de la naturaleza al cual pertenece nuestra teoría en cuestión (Cfse. Kuhn, 1977; p. 322).

Un ejemplo de esta última interpretación de “consistencia”, es el ofrecido por Kuhn en 1977:

En tanto que teorías astronómicas, ambas la Ptolemaica y la Copernicana, eran internamente consistentes, pero su relación con otras teorías en otros campos era bastante diferente. La figura de la tierra estacionaria y central, era un ingrediente esencial para la teoría física recibida, un cuerpo doctrinal cerrado que explicaba, entre otras cosas, cómo caen las rocas, cómo el agua bombea, y porqué las nubes se mueven lentamente a través de los cielos. (...) Por tanto, el criterio de consistencia, en sí mismo, hablaba inequívocamente a favor de la tradición geocéntrica (Kuhn, 1977; p. 322. Mi traducción.)

En este caso, si bien las teorías Ptolemaica y Copernicana no eran consistentes una con otra, la Ptolemaica sí lo era con respecto a otras teorías (o modelos de explicación) que eran relevantes para el cuerpo teórico en el cual se insertaba.

---

<sup>3</sup> Ídem.

<sup>4</sup> Ibíd.

En resumen, una teoría empírica que se diga consistente, es consistente consigo misma, con otros descubrimientos o descripciones empíricas que sean bien aceptadas por la disciplina a la que pertenece (o por otras con las que constantemente tienda a involucrarse), y también lo es con respecto a otras teorías o modelos de explicación (ya sea de su misma disciplina o de otras) bien aceptados por la comunidad científica pertinente, con los que generalmente se vincule para hacer predicciones o explicar fenómenos particulares.

Hasta aquí la exposición de lo que se entiende por 'consistencia' en lógica y filosofía de la ciencia, pareciera una reconstrucción terminológica sin importancia, sin embargo, esta exposición será el eslabón que nos permita, a lo largo del siguiente apartado, ligar ambas interpretaciones del término para construir una definición específica de teoría empírica consistente, misma que supondremos a lo largo de los siguientes capítulos.

#### IV. Consistencia 3.

Existe en la filosofía de la ciencia una postura que “se interesa mucho menos en la perspectiva histórica y se preocupa mucho más por fundar rigurosamente el conocimiento científico y (...) producir una modelización formal de las teorías y de los métodos científicos” (Moulines, 2011; p.35); de tal forma que para este enfoque filosófico, los criterios metodológicos que nos ayudan a construir, evaluar y elegir teorías concretas, pueden expresarse en términos formales y seguir, efectivamente, dando cuenta de la actividad científica como la conocemos. Tomando en cuenta esta idea, vincularemos las dos definiciones de consistencia arriba presentadas, para dar cuenta de una interpretación particular de lo que, a partir de ahora, entenderemos como una teoría empírica consistente:

Una teoría científica (empírica)  $\Gamma$  es *consistente*, sii:

No es el caso que, si  $\alpha$  es supuesto básico o una consecuencia observacional de  $\Gamma$ :

1) Hay un  $\alpha$  tal que:  $\Gamma \vdash \alpha$  y  $\Gamma \vdash \neg \alpha$ .

2) No es el caso que, si  $\alpha$  es una consecuencia observacional de  $\Gamma$ , y  $\neg \alpha$  es un reporte o descripción<sup>5</sup> empírica<sup>6</sup> sobre el dominio empírico que  $\Gamma$  representa:

$\Gamma \vdash \alpha$ ,  
 $\neg \alpha$

3) No es el caso que, dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ :  
 $\alpha \in \text{Cn}^7(\Gamma \cup \Delta)$  y  $\neg \alpha \in \text{Cn}(\Gamma \cup \Delta)$

Por último, diremos que  $\Gamma$  será una 'teoría empírica inconsistente' si no cumple con (a), (b) o (c).

<sup>5</sup> En lo que sigue y hasta indicar lo contrario, usaremos el término “descripción” en su sentido más general, en algunas ocasiones referirá a “explicaciones”, en otras a “predicciones” y en algunas más, a ambas.

<sup>6</sup> Donde asumiremos que los reportes y las descripciones empíricas son confiables.

<sup>7</sup>  $\alpha$  forme parte del conjunto de consecuencias lógicas de la unión de  $\Gamma$  y  $\Delta$ .

Entonces, si nos comprometemos con que haya elementos conceptuales que puedan ser *importados* directamente de la lógica formal a la filosofía de la ciencia para dar cuenta de la evaluación de las teorías empíricas, podemos suponer que sería adecuado transferir también la intuición que existe detrás del principio de explosión, para de este modo, sostener que “(U)n sistema autocontradictorio no es informativo (...) porque cualquier conclusión puede ser derivada a partir de él” (Popper, 1959; p. 72); y así, sería legítimo defender a la consistencia como una condición necesaria de cualquier teoría empírica que nos diga algo efectivo sobre el dominio empírico que representa.

Por último, parece que si queremos que nuestras teorías científicas sobre el mundo empírico no sean triviales (al menos en un sentido formal), entonces puede ser conveniente asumir a la consistencia como un valor epistémico, haciendo que ésta parezca altamente deseable. Sin embargo, surgen dos preguntas importantes: ¿Son todas nuestras teorías científicas consistentes? ¿Podemos decir que todas las teorías en las que confiamos (y hemos confiado en tiempos pasados) son consistentes? A lo largo de los siguientes capítulos defenderemos que la respuesta a tales interrogantes, desafortunadamente, tiene la apariencia de una negativa, y ofreceremos algunos ejemplos que ilustren que algunas de nuestras teorías mejor recibidas por la comunidad científica son inconsistentes.

## **V. Teorías Consistentes y Teorías Inconsistentes**

A partir de la segunda mitad del siglo XX la filosofía de la ciencia ha sido protagonista de una rebelión conceptual y metodológica sin precedentes. Se ha dicho mucho sobre cómo es que las teorías científicas se construyen, se discuten, se aceptan y se rechazan, e innumerables programas de investigación se han dedicado a describir cómo se evalúan las teorías, cómo se relacionan entre ellas y sobre todo, cómo es que algunas se abandonan y otras se fijan; la corriente historicista de filosofía de la ciencia ha dedicado ríos de tinta a dar cuenta de que no siempre que confiamos en una teoría científica, ésta es consistente.

Continuemos con el ejemplo arriba ofrecido sobre las teorías astronómicas –donde la Ptolemaica era compatible con otros grupos de creencias en esa época relevantes para la Astronomía, y la visión Copernicana no lo era:

Sin embargo, la simplicidad favoreció a Copérnico, pero solamente cuando la evaluación se hacía en un sentido muy especial. Si, por un lado, los dos sistemas se comparaban en términos de la labor computacional real que requerirán para predecir la posición de un planeta en un momento particular, entonces, se probaban substancialmente como equivalentes. (...) Si, por otro lado, uno se preguntaba sobre el tamaño del aparato matemático requerido para explicar (...) características cualitativas generales (...), entonces, como cualquier niño de escuela sabe, Copérnico requiere solamente un círculo por planeta, Ptolomeo, dos. En ese sentido la teoría copernicana era más simple, un hecho de vital importancia para las elecciones hechas por, tanto Kepler, como Copérnico, y por tanto, esenciales para el triunfo de la visión copernicana. (Kuhn, 1977; p. 324. Mi traducción)

Tal parece entonces, que, a primera vista, estamos frente a un caso de una teoría que, a pesar de ser inconsistente con otras teorías (o con modelos de explicación) aceptadas por la comunidad

científica pertinente, fue elegida sobre la que sí sostenía una relación de consistencia con sus pares. Esto sugiere, en un sentido que “algunas de las teorías expuestas por los científicos han sido lógicamente inconsistentes” (Davey, 2014; p. 3011.Mi traducción.) al vincularlas con otras teorías relevantes.

Sin embargo, el mismo caso podría leerse en un sentido más fuerte y sugerir que “es posible, para una teoría científica, ser lógicamente inconsistente y, para nosotros, estar justificados en creer en ella” (Davey, 2014; p. 3012.Mi traducción.); por tanto, en lo que sigue, buscaremos describir un tipo de teorías que sean susceptibles tanto de ser inconsistentes y al mismo tiempo, que nos ofrezcan algún grado de confianza en las prácticas científicas.

## **VI. Teoría Empírica.**

Dado que nuestro objeto de estudio son las teorías científicas inconsistentes debemos prestar atención a una de las discusiones más recientes sobre la noción de 'teoría científica' y las complicaciones que ella origina: Peter Vickers (2013, 2014), ha hecho un rastreo histórico de los constantes debates sobre el significado del término 'teoría científica' en filosofía de la ciencia, y ha notado que la mayoría de estas discusiones han perdido notablemente el rumbo inicial, y que han pasado de buscar responder preguntas sobre inconsistencias en la ciencia, a cuestionarse sobre el significado de términos como 'teoría científica' (Vickers, 2014).

Así, Vickers ha destacado que cuando, además, se habla de inconsistencias en las teorías científicas, las investigaciones sobre dichas inconsistencias

[s]on generalmente puestas de lado por disputas sobre lo que la teoría en cuestión es o qué es lo que las teorías en principio son. La propuesta de Vickers es que, las discusiones filosóficas sean reorientadas de ver a las teorías en tanto que unidades de valoración filosófica e histórica, hacia ver un *analysanda* al que él llama 'proposiciones deliberadamente agrupadas'. Existen dos criterios para la selección de tal *analysanda*: primero, las proposiciones necesitan ser históricamente relevantes (...) segundo, las proposiciones necesitan ser relevantes ya sea en un sentido doxástico, o en uno instrumental (Šešelja y Straßer, 2014. Mi traducción. )

Así, Vickers logra, abandonar el término 'teoría científica' y las complicaciones que éste origina.

Sin embargo, por notable que sea la observación de Vickers, y por interesante que sea su propuesta metodológica (Eliminativismo Teórico), parece que su elección sobre abandonar el término *teoría* se funda en un aparente falso dilema: o se mantienen los problemas que origina la discusión sobre el verdadero significado de *teoría científica*, o se abandona el término y con él los problemas que éste causa. Sin embargo, podríamos considerar una tercera opción que sugiera una postura pluralista con respecto a cómo interpretamos 'teoría científica', esto es, si algo tiene que ser abandonado, puede ser la discusión sobre el *verdadero* significado del término, lo cual nos permite, cómodamente seguir usando uno de los pilares terminológicos de la filosofía de la ciencia, y además, tener acceso a los beneficios que la pluralidad de significados del mismo término nos ofrece. Luego, nuestra discusión será independiente del debate sobre qué es una teoría científica.

Por tanto, para los fines de la presente investigación, parece conveniente no comprometerse con ninguna definición particular de “teoría científica”, sino al contrario, adoptar una actitud



pluralista, pues no es nuestra intención debatir cuál de las tantas concepciones de las que actualmente disponemos, es *la* correcta, sino dar cuenta de un tipo particular de teoría científica cuya característica principal es ser inconsistente. Entonces, a partir de ahora y hasta indicar lo contrario, cada vez que el término “teoría” aparezca, podrá entenderse independientemente de ya sea a la concepción sintáctica, la semántica, la pragmática, e incluso al Eliminativismo Teórico (como un conjunto de ‘proposiciones deliberadamente agrupadas’).

Para efectos de la discusión, podemos asumir que una teoría empírica sea, en términos generales, un “sistemas de proposiciones que, en un lenguaje conveniente, por lo menos de modo general, constituyen colecciones de sentencias” (Da Costa, 2000; p. 181) tales que hablan de un dominio fenoménico particular, y que son (en su mayoría) susceptibles de ser puestas a prueba de forma intensiva.

## VII. Teorías Inconsistentes y Funcionales

Ahora que hemos definido teoría empírica, podemos pasar a revisar qué es lo que hace a una teoría de este tipo sea una teoría en la que podamos confiar. En general, el principal propósito de una teoría empírica es dar cuenta del mundo externo de una forma satisfactoria; queremos que nuestras teorías hablen de un dominio particular de manera eficiente, esto es, que nos ayuden a describir, a explicar o a predecir ciertos fenómenos<sup>8</sup>. Una teoría que nos inspire confianza, debe ser una teoría que, al menos en un sentido débil, podemos considerar como exitosa; ¿qué quiere decir esto? Que nos ayude a resolver problemas que parecen importantes para la disciplina en la que la teoría se inserta.

Si bien existen varios aspectos que pueden hacer de una teoría empírica una teoría exitosa, aquí vamos a enfocarnos solamente en lo que caracterizaremos como “funcionalidad”. Ahora bien, ¿qué es lo primero que necesita una teoría empírica para ser considerada como funcional? La intuición básica es que esta teoría refiera a una parcela del mundo empírico de forma satisfactoria, es decir, un grado mínimo de *adecuación fáctica*. Dada nuestra visión pluralista de teoría científica, podemos decir de manera general que tal teoría debe hablar del mundo externo de tal forma que ayude a la comunidad científica pertinente a describir, explicar, predecir, medir y experimentar con fenómenos que correspondan al dominio que describe.

Ahora bien, la intuición básica sobre lo que las teorías empíricas deben hacer es que éstas deben hablar de un dominio empírico particular de forma satisfactoria, es decir, deben tener al menos un grado mínimo de *adecuación fáctica*. Dada nuestra visión pluralista de teoría científica, podemos decir de manera general que las teorías empíricas deben hablar del mundo externo de tal forma que ayuden a la comunidad científica pertinente a describir, explicar, predecir, medir o experimentar con fenómenos que correspondan al dominio que describe.

---

<sup>8</sup> Para los propósitos de esta discusión, no asumiremos la simetría entre explicación y predicción propuesta por Hempel (1965), y supondremos que es posible identificar teorías científicas que expliquen satisfactoriamente un dominio empírico y que no permitan hacer predicciones sobre él, o que predigan satisfactoriamente ciertos fenómenos pero que no sean capaces de dar explicaciones al respecto.

Pero, ¿es la adecuación fáctica la única condición que se necesita satisfacer para poder hablar de teorías empíricas funcionales? La respuesta es una negativa; parece necesario agregar al menos otros valores teóricos que nos permitan describir de forma más acertada una teoría empírica en la que sintamos podemos confiar en nuestras prácticas científicas.

Una vez establecido que lo que se busca es que las teorías empíricas funcionales describan una parte específica del mundo externo, la pregunta que surge es ¿cómo queremos que sean esas descripciones? En su artículo *Objetividad, Juicios de Valor y Elección de Teorías*, Kuhn enlista lo que él mismo llama las características de una buena teoría científica: precisión, consistencia, amplitud, simplicidad y fecundidad. Ahí mismo, Kuhn explica que éstos no son los únicos valores que se busca que las teorías satisfagan, pero que sí son valores con respecto a los cuales es fácil estar de acuerdo, pues parece que forman un conjunto lo suficientemente variado como para indicar lo que está en juego. En lo que sigue sugeriré que basta con que tomemos los valores teóricos de fecundidad y simplicidad para poder describir a una teoría funcional.

Primero que nada, debemos recordar qué clase de entidades estamos buscando describir: teorías empíricas tales que (en cierto nivel) no cumplen criterios de consistencia particulares; situar nuestro objeto de estudio es fundamental para determinar de qué valores teóricos, de la lista ofrecida por Kuhn, podemos privarnos al describir una *TeIF*. A primera vista podríamos desechar a la consistencia, dado que si decimos que “una teoría debe ser consistente, no sólo de manera interna o consigo misma, sino también con otras teorías aceptadas y aplicables a aspectos relacionados de la naturaleza” (Kuhn, 1977; p. 321. Mi traducción.), podría parecer que en realidad estamos pidiendo consistencia (interna y entre teorías relevantes), y solamente le estamos llamando de manera diferente.

Por otro lado “en estos días, es generalmente reconocido que casi todas las teorías científicas, en algún momento de su desarrollo, fueron ya sea internamente inconsistentes o incompatibles con otros descubrimientos bien aceptados” (Meheus, 2002; p. vii. Mi traducción.), lo cual nos hace pensar que si queremos hablar de teorías inconsistentes, tal vez no debemos exigir amplitud, pues para que una teoría sea amplia “en particular las consecuencias de una teoría deben extenderse más allá de las observaciones, leyes o subteorías particulares para las que se destinó en un principio” (Kuhn, 1977; p. 322. Mi traducción.), lo cual nos comprometería únicamente con teorías lo relativamente viejas y bien desarrolladas, orillándonos a perder parte de esas teorías jóvenes que podrían tender a ser inconsistentes.

Así mismo, si entendemos que una teoría es precisa cuando “dentro de su dominio, las consecuencias deducibles de ella deben estar en acuerdo demostrado con los resultados de los experimentos y las observaciones existentes” (Kuhn, 1977; 322) nos comprometeríamos también con un grado de consistencia entre teorías, que por los fines de esta investigación, no nos resulta deseable asumir.

Dado que queremos incluir en nuestra clasificación a todas las posibles teorías empíricas inconsistentes, tales que no sean triviales en la práctica científica, por tanto podríamos defender que fecundidad y simplicidad serían valores suficientes para describir nuestra unidad de análisis; una teoría

debe ser simple, ordenar fenómenos que, sin ella, y tomando uno por uno, estarían aislados y, en conjunto serían confusos. (...) una teoría debe ser fecunda, esto es, debe dar lugar a nuevos resultados de investigación: debe revelar fenómenos nuevos o relaciones no observadas antes entre las cosas que ya se saben (Kuhn, 1977; p. 322. Mi traducción.)

Por tanto, defenderemos especialmente la fecundidad y la simplicidad como características necesarias de las *TeIFs*, dado que si nos ceñimos a la lista ofrecida por Kuhn, éstos son los únicos valores teóricos que no nos comprometen con tipos de consistencia en la ciencia y al mismo tiempo nos ofrecen razones para no abandonar inmediatamente nuestras teorías empíricas.

Si una teoría es tanto simple como fecunda, quiere decir dos cosas importantes: primero, que la teoría en cuestión no es un caso de otra teoría de la cual ya disponemos, sino que presenta una forma nueva de ordenar al mundo, y luego, que esta forma no es trivial, puesto que se nos presenta como condición de posibilidad para explorar nuevos dominios de aplicación y para desarrollar nuevos modelos de explicación.

Por último, dado que parece intuitivo suponer que la ciencia se desarrolla buscando teorías que sean idealmente consistentes, habrá que justificar por qué al encontrar una teoría que no lo es, ésta no se abandona de forma irremediable; y la respuesta se encontrará en suponer que los beneficios que esta teoría ofrece en la práctica, son mayores a los inconvenientes que generaría su nivel de inconsistencia en un sentido abstracto. Esto nos sugiere que a nuestra interpretación de fecundidad ya ofrecida, debemos agregarle una condición instrumentalista, a saber, que la teoría sea útil en las prácticas científicas pertinentes, esto es, que se use para resolver problemas en su disciplina, tales que sin su ayuda, no habrían visto la luz.

Muchas más cosas pueden ser dichas con respecto a este tipo de teorías, pero para el propósito central de nuestra investigación, esto será suficiente.

## **VII. Consideraciones finales.**

Para concluir, una teoría empírica puede ser descrita como una colección de sentencias que refiere a un dominio empírico particular, donde tales proposiciones son (en su mayoría) susceptibles de ser puestas a prueba intensivamente. Una teoría empírica inconsistente, será tal que no sostenga una relación de consistencia ya sea, consigo misma, con otros descubrimientos o descripciones empíricas, o con otras teorías o modelos explicativos relevantes.

Por último, una Teoría empírica Inconsistente y Funcional, será aquella que satisfaga los requisitos mencionados en el párrafo anterior y que, además cumpla con los criterios de adecuación fáctica, simplicidad y fecundidad.

Cerramos este apartado con la caracterización de las *TeIFs*, para en el siguiente capítulo dar cuenta de una clasificación para este tipo específico de teorías científicas, y ahí, ofrecer un análisis más detallado de los elementos y las relaciones básicas de las teorías empíricas inconsistentes y funcionales.

## Capítulo 2. Clasificación TeIF

### I. Introducción

Antes de iniciar este capítulo hay que considerar que es imposible, a lo largo de un solo apartado, dar cuenta de manera efectiva de la complejidad filosófica de tanto la presencia de inconsistencias en las ciencias empíricas, como de los métodos de detección de las mismas y las alternativas que, durante el último siglo, han sido propuestas para acercarse a ellas; por tanto, es necesario aclarar que las siguientes páginas serán dedicadas *exclusivamente* a dar cuenta de los antecedentes generales de un de una clasificación que sirva para analizar y distinguir entre inconsistencias en las ciencias empíricas.

Un componente recurrente en las investigaciones sobre las inconsistencias en la ciencia, ha sido el examen de los elementos tanto comunes, como particulares, de los casos estrella de teorías empíricas inconsistentes; este tipo de observaciones ha llevado a historiadores y a filósofos de la ciencia a asumir, que si bien las similitudes entre teorías inconsistentes son importantes, son las diferencias lo que nos puede decir más a cerca del funcionamiento de tales teorías, y sobre todo, lo que podría permitirnos notar por qué las conservamos en la práctica.

En lo que sigue, recapitularemos lo dicho en el capítulo anterior para luego describir una clasificación para las *TeIF*<sup>9</sup>; luego, abriremos una línea de argumentación a favor de los beneficios que dicha clasificación puede ofrecer –en caso de ser *adecuada*–, y más adelante, se hará mención a los antecedentes históricos de ésta, para por último, exponer de manera más detallada una forma de separar y analizar las teorías empíricas inconsistentes y funcionales apelando a sus inconsistencias.

El propósito de esta sección consiste sentar las bases para poder revisar los estudios de caso que serán ofrecidos en capítulos posteriores y así juzgar, al final, la legitimidad y la utilidad de la clasificación tal como la presentaremos a continuación.

### II. Teoría Empírica Inconsistente y Funcional

Recapitulando: La presente investigación buscará estudiar un tipo particular de teorías científicas: *TeIFs*, sin embargo, para poder reflexionar sobre los tipos de relaciones que estas teorías sostienen (entre ellas, con respecto al dominio empírico correspondiente, entre otras) es necesario primero, dar cuenta de los componentes básicos de una *TeIF*.

---

<sup>9</sup> Desde ahora, nos comprometemos con clasificar las *TeIFs* a partir de una caracterización de sus inconsistencias; sabemos que es posible analizarlas considerando otros aspectos, sin embargo, aquí elementos como sus grados de funcionalidad, su impacto en otras disciplinas, etc., no nos resultaran relevantes para identificar diferencias entre *TeIFs*.

Así pues, entenderemos por *teoría empírica*, un conjunto de enunciados<sup>10</sup> tales que, en un lenguaje conveniente describan un dominio fenoménico particular, y que sean (en su mayoría) susceptibles de ser puestas a prueba intensivamente.

Del mismo modo, consideraremos a una teoría empírica *inconsistente* si:

- a) Es internamente inconsistente.
- b) Es inconsistente con resultados pertinentes de la observación experimental.
- c) Es inconsistente con otras teorías relevantes (Ver Capítulo 1, sección IV).

En adición a lo anterior, una *teoría empírica* será funcional en tanto que hable de un dominio empírico específico de tal forma tal que permita explicar, predecir, medir o experimentar con fenómenos que pertenezcan a tal dominio (adecuación fáctica); asimismo la teoría en cuestión deberá cumplir con los valores teóricos de simplicidad y fecundidad (caracterizados en el capítulo 1), y deberá ser empleada –dentro de su disciplina- para resolver problemas que se consideren importantes por parte de la comunidad científica pertinente.

Así, una *TeIF*, será aquella que reúna las características arriba enlistadas; por último, definir *TeIF* se ha convertido en la clave para analizar el comportamiento de dichas teorías en la práctica científica, y sobre todo, para, en un futuro, revisar casos de estudio particulares.

### III. Clasificación<sub>TeIF</sub>.

La presencia, la detección y el manejo de inconsistencias en las ciencias empíricas se han transformado a lo largo de las últimas décadas en un problema filosófico creciente; existe la suposición de que “un conjunto inconsistente de premisas lleva a asumir *cualquier* fórmula (bien formada) como una consecuencia del mismo. El resultado es desastroso: el conjunto de consecuencias de una teoría inconsistente explotará en la trivialidad y la teoría quedara inútil” (DaCosta y French, 2002; p. 105. Mi traducción).

A partir de esta suposición e intentando responder a ella, durante las últimas décadas, un grupo notable de filósofos y lógicos de la ciencia, se ha encargado de ofrecer distintas formas de acercarse a las inconsistencias en las ciencias, tales como el estudio de metodologías inconsistentes (Nickles, 2002), el análisis de procesos de razonamiento inconsistentes (Miller, 2002) y la evaluación de los compromisos realistas que las inconsistencias en la ciencia suponen (Brown 1990, DaCosta y French 2002), entre otros.

---

<sup>10</sup> Estamos conscientes de que esta interpretación de ‘teoría científica’ requiere de la incorporación de una suerte de criterio de identidad de las teorías mismas, para evitar que se interprete a la unión de una teoría con sus resultados de la observación experimental pertinentes como una extensión de la teoría inicial, es decir, como otra teoría; pues esto permitirá que todos nuestros casos de inconsistencias con la observación se volvieran casos de inconsistencias internas. Sin embargo, aquí no profundizaremos sobre ese tema y asumiremos que tal criterio esta supuesto en las practicas científicas, y que la distinción entre una teoría  $\Gamma$  y una teoría  $\Gamma$  más sus reportes observacionales, se hace apelando a criterios pragmáticos ofrecidos por la misma disciplina en la que  $\Gamma$  se inserta.

Apelando a estudios de caso y a reconstrucciones racionales de teorías científicas específicas, este tipo de investigaciones se han orientado a defender la polémica tesis de que “es posible, para una teoría científica, ser lógicamente inconsistente y, para nosotros, estar justificados en creer en ella” (Davey, 2014; p. 3012. Mi Traducción). Si bien, los casos estrella de estas investigaciones fueron ofrecidos en su mayoría por un grupo particular de filósofos de la ciencia, tales como Kuhn (1962, 1977), Lakatos (1970, 1978), Laudan (1977) y Shapere (1982), entre otros; el análisis y el uso de los mismos en los debates sobre el papel de las inconsistencias en la ciencia, ha sido plural: tanto los defensores de la tesis enunciada arriba, como los partidarios de la consistencia, han bebido de dichos ejemplos sistemáticamente.

Tras el análisis recurrente de casos de teorías empíricas inconsistentes y confiables, algunos filósofos de la ciencia comenzaron a prestar atención a lo que podríamos entender como diferencias *metodológicamente interesantes*; es decir, a elementos que no todos nuestros ejemplos de teorías inconsistentes comparten, pero que no son tampoco meras peculiaridades. Estas discrepancias, poco a poco, comenzaron a revelar un patrón sugerente: cuando hablamos de *TeIFs*, es posible ofrecer tres tipos de ejemplos de teorías inconsistentes.

Si revisamos la definición de teoría empírica inconsistente ofrecida, se hace evidente que hay tres maneras distintas en las que una teoría empírica puede dejar de satisfacer el valor epistémico de consistencia: al relacionarse consigo misma, al relacionarse con reportes o descripciones empíricas relevantes, y al relacionarse con otras teorías (relevantes). Esto ha sugerido a filósofos y lógicos de la ciencia una manera de separar y clasificar los casos históricos de lo que se supone son *TeIFs* (Laudan 1977, Priest 2002, Davey 2014).

A partir de ahora, comenzaremos a presentar una forma particular de catalogar a las teorías empíricas inconsistentes –misma que se inspira en las distinciones expresadas en la párrafo anterior- y la llamaremos *Clasificación<sub>TeIF</sub>*. Luego, en apartados siguientes, buscaremos dar cuenta de su utilidad.

#### **IV. Clasificación<sub>TeIF</sub> y estudio por casos.**

La *Clasificación<sub>TeIF</sub>* asume que las teorías empíricas pueden ser internamente inconsistentes, inconsistentes con elementos sobre el dominio empírico que describen o inconsistentes con otras teorías de la misma disciplina -o con las que generalmente tienden a vincularse; la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, también asume que esta disyunción no es necesariamente exclusiva, y que una teoría puede ser inconsistente en más de un sentido. Esta clasificación permite y promueve un análisis por casos de cada uno de los tipos de inconsistencias, con la finalidad de ofrecer un acercamiento puntual y preciso de lo que aquí llamamos *TeIFs* (a través del estudio de sus inconsistencias).

En lo que sigue, nos ocuparemos brevemente de ilustrar dos caminos que el estudio por casos de esta clasificación podría seguir, sin olvidar que en la base de esta tipología se encuentra nuestra noción de teoría empírica inconsistente:

Por un lado, si suponemos que la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* es tanto correcta como exhaustiva, entonces, si revisamos los casos de *TeIFs* de los cuales disponemos en la actualidad, y éstos

encajan en la división propuesta; entonces, podemos defender que nuestra clasificación es completa y que nos ayuda a describir de forma eficiente parte importante del comportamiento de nuestras teorías empíricas inconsistentes.

Por otro lado, si descubrimos un contraejemplo a tal clasificación (por ejemplo, una *TIF* que no pudiera ser colocada en ninguno de los eslabones de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*) entonces, tendríamos que decidir entre el hecho de que éste no fuera una instancia de *TeIF* (porque la teoría no fuera auténticamente inconsistente) y el hecho de que nuestra clasificación no fuera completa o precisa (dada que nuestra noción de teoría inconsistente fuera errónea); de localizarse el problema en nuestra definición de teoría empírica inconsistente, entonces el análisis del contraejemplo, echaría luz sobre los elementos y las relaciones destacadas de las *TeIFs* que estamos dejando de lado.

Tal parece que al final de ambas opciones, la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* puede reforzar, orientar y refinar nuestro actual entendimiento de la estructura y funcionamiento de las *TeIFs*, así como, a la larga, puede ofrecer información metodológicamente relevante para la construcción y el diseño de nuevas herramientas (ya sean filosóficas o formales) para describir y manejar las *TeIFs*. Lo cual sugiere que el análisis de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* es, al menos, un candidato digno para una investigación más profunda.

Ahora bien, hemos argumentado ya a favor del estudio de la clasificación aquí propuesta, sin embargo, no hemos dado cuenta aun de las influencias filosóficas que permitieron concebir la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*. En lo que sigue, haremos una breve referencia a uno de los trabajos previos (más destacados) que podemos encontrar en filosofía de la ciencia sobre los diferentes tipos de inconsistencias en las ciencias empíricas. A continuación, hablaremos un poco sobre la taxonomía de problemas ofrecida por Larry Laudan en *Progress and Its Problems*, para poder dar cuenta, en términos generales, de por qué la tipología de Laudan no es la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* en la cual nos enfocaremos a partir de ahora. Luego, daremos una descripción más puntual de los tipos de inconsistencias que la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* contempla hasta ahora.

## **V. La Clasificación<sub>TeIF</sub>, Laudan y Priest.**

En 1977, Larry Laudan ofreció taxonomía de problemas para el estudio de las ciencias empíricas; publicó un libro en donde los primeros dos capítulos estaban destinados al análisis y la separación de problemas científicos. En *Progress and Its Problems*, Laudan caracterizó dos tipos importantes de problemas en la práctica científica, los primeros relacionados con problemas empíricos, y los segundos, con problemas conceptuales.

Bajo el supuesto de que la ciencia es esencialmente una actividad de resolución de problemas, surge la pregunta sobre cuáles son los problemas que le atañen a las ciencias empíricas, y aún más importante, cuáles son las estrategias que este tipo de ciencias adopta para la resolución de dichos problemas. Si bien, el texto de Laudan, busca dar cuenta de una taxonomía de problemas científicos, al mismo tiempo, y con mayor énfasis, pretende ofrecer de una concepción particular de la actividad científica que lleve a un modelo de cambio científico específico.

A lo largo de *Progress and Its Problems*, se definen dos tipos de problemas:

**Problemas empíricos:** son problemas que si bien podrían aparecer solamente en contextos de reflexión teórica, determinan nuestra manera de acercarnos al mundo empírico a través de la ciencia. “Cualquier cosa con respecto al mundo natural, tal que nos resulte extraña, o que en otro sentido, requiera explicación, constituye un problema empírico. (...) Nuestros supuestos teoréticos con respecto al orden natural nos dicen que esperar y que parece peculiar o ‘problemático’, o cuestionable (en el sentido literal del término)” (Laudan, 1977; p.15) Las anomalías en sentido kuhniano, son casos comunes de problemas empíricos, sin embargo, no son el único arquetipo que encaja en la definición de este tipo de problema.

**Problemas conceptuales:** Son problemas que buscan responder a “preguntas de orden superior, con respecto a los fundamentos de las estructuras conceptuales (por ejemplo, teorías) que han sido ideadas para responder a preguntas de primer orden” (Laudan, 1977; p.48). Los casos más comunes de este tipo de problemas corresponden ya sea a inconsistencias internas en teorías empíricas, o ya sea a conflictos externos entre teorías o doctrinas relevantes. Sin embargo, estos no son los únicos casos que satisfacen la definición de problemas conceptuales, por tanto, es posible integrar así mismo problemas que se generen por vaguedad o indeterminación de las categorías básicas de análisis para teorías específicas (Laudan, 1977; p.49).

En resumen, los problemas empíricos incluyen complicaciones relacionadas con la consistencia entre presupuestos teóricos, predicciones y reportes observacionales (en algunos casos), y los problemas conceptuales, a veces involucran dificultades vinculadas con la consistencia interna de las teorías o con su relación (en términos de *consistencia*) con otras teorías. Así, parece que la idea general detrás de nuestra *Clasificación<sub>TeIF</sub>* se ve incluida en la taxonomía ofrecida por Laudan en 1977, pues alude a relaciones internas, con la observación experimental y con otras teorías; sin embargo, existe un elemento clave que hace evidente que la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* y la separación entre problemas empíricos y conceptuales, no sean equivalentes.

Sin embargo, mientras que la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* surge directamente de la interpretación de la noción de teoría empírica inconsistente, la taxonomía propuesta por Laudan, se funda en una crítica hacia los modelos de cambio científico y de racionalidad ofrecidos por la Visión Heredada tiempo atrás. Si bien la taxonomía de Laudan incluye problemas conectados con la presencia de inconsistencias en la ciencia, las inconsistencias y su estudio no constituyen el núcleo del problema atacado por el mismo, y por tanto, su enfoque no nos ayuda –necesariamente- a distinguir elementos particularmente interesantes de las teorías empíricas inconsistentes.

Lo que aquí llamamos *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, en tanto herramienta metodológica para la comprensión de las teorías empíricas inconsistentes, aparece por primera vez en un artículo de Graham Priest (2002); en *Inconsistency and the Empirical Sciences*, Priest expresa su preocupación por determinar el papel que juegan las inconsistencias en las ciencias empíricas, y la manera en la que grupos inconsistentes de información deberían ser tratados dentro de este tipo de disciplinas.



Las preguntas que hacen que Priest sugiera una división entre teorías empíricas inconsistentes, están estrechamente relacionadas con la forma en la que tales teorías son aceptadas y con la manera en la que defendemos nuestros grados de confianza en ellas.

Muchos historiadores y filósofos de la ciencia han notado que existen inconsistencias –que de hecho, son comunes- incluso en la ciencia contemporánea. Si distinguimos entre observación y teoría (lo que no puede ser observado), entonces, tres tipos diferentes de contradicción resultan particularmente notables para nuestros propósitos: entre la teoría y la observación, entre una teoría y otra, y entre la teoría consigo misma. (Priest, 2002; p. 122 Mi Traducción)

Si bien, lo que Priest ofrece en su artículo de 2002 es un esbozo de una taxonomía sobre ejemplos de teorías inconsistentes (Davey, 2014), su distinción no nos dice mucho más con respecto a cuáles son los elementos importantes de estas teorías, ni para qué nos serviría diferenciar entre ejemplos. Por tanto, a continuación, presentaremos la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, que si bien está inspirada en el artículo de Priest (2002), busca ser más refinada al momento de mostrar los orígenes de las distintas inconsistencias.

En lo que sigue, confiaremos en que si se especifica el tipo de teorías que se desea estudiar (en este caso *TeIFs*), y si se desarrolla de forma más puntual cada uno de los tipos de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, será posible, a través de la evaluación de casos históricamente relevantes de teorías empíricas inconsistentes, descubrir nuevos elementos de las *TeIFs* que nos ayuden a tener un mejor entendimiento de cómo funcionan específicamente este tipo de teorías en las ciencias empíricas. Por tanto, en los apartados siguientes, nos ocuparemos de describir de manera más detallada cada uno de los puestos que conforma la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

## VI. Inconsistencias Tipo 1.

Tal como se ha dicho en apartados anteriores, la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* supone al menos tres tipos de inconsistencias para las teorías empíricas: inconsistencias de tipo interno, e inconsistencias con resultados de la observación experimental o con otras teorías. A continuación, nos ocuparemos de las primeras.

Las inconsistencias entre los elementos internos de una teoría  $\Gamma$ , conciernen al punto (1) de nuestra definición de *teoría empírica inconsistente* (Ver Capítulo 1, sección IV):

Hay un  $\alpha$  tal que:  $\Gamma \models \alpha$  y  $\Gamma \models \neg \alpha$

La idea fundamental detrás de este tipo de inconsistencias es que  $\Gamma$ , en tanto que conjunto de enunciados tales que, en un lenguaje conveniente describen un dominio empírico particular ( $\epsilon$ ), contiene un supuesto básico o una consecuencia observacional de la forma  $\alpha$ , y a su vez, asume  $\neg \alpha$ .

Las inconsistencias internas de una teoría empírica particular pueden ser descritas como sigue:

**Inconsistencia tipo 1:** Dada una teoría empírica  $\Gamma$ , (tal que  $\Gamma$  haya sido bien recibida por la comunidad científica);  $\Gamma$  asume o implica<sup>11</sup>  $\alpha$ , y al mismo tiempo,  $\neg\alpha$ .

Un ejemplo de este tipo de inconsistencias puede ser “la dinámica Newtoniana, la cual se basaba en el cálculo antiguo, dentro del cual había elementos infinitesimales que poseían propiedades inconsistentes (siendo tanto no-cero, en determinado punto de la computación, como cero en un punto distinto” (Priest, 2002, p. 122. Mi Traducción); en este caso es claro que aunque la teoría pudiera ser considerada como problemáticas, también se evaluaba como exitosa.

En lo que sigue y hasta indicar lo contrario, diagramaremos este tipo de inconsistencias como sigue:

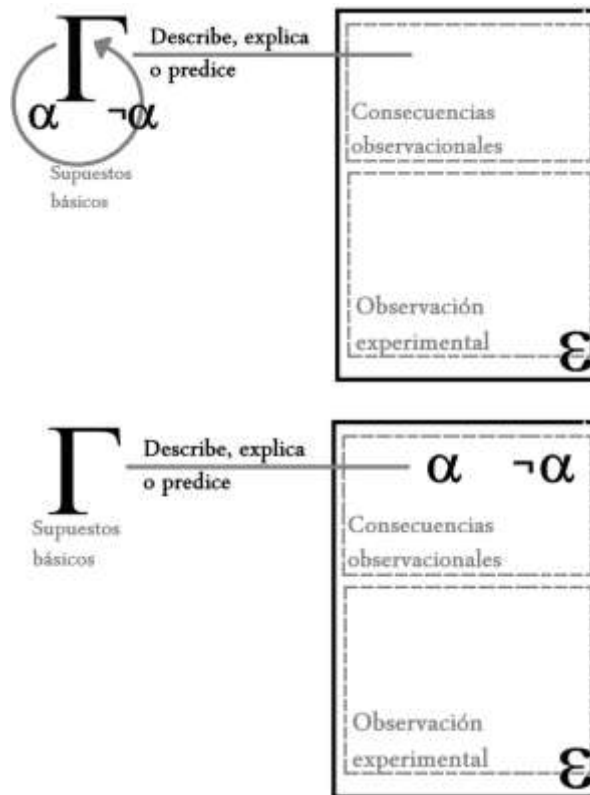


Figura 2.1. Inconsistencia tipo 1<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> Ya sea a nivel de supuestos básicos o de consecuencias observacionales; el único requisito es que la contradicción no involucre elementos que provengan o de resultados de la observación experimental o de otras teorías.

<sup>12</sup> Dado que creemos que para que sea posible encontrar una contradicción, el vocabulario involucrado en la construcción de  $\alpha$  y de  $\neg\alpha$ , se debe compartir de manera isomorfa, no hemos incluido casos de inconsistencias entre un supuesto básico y una consecuencia observacional, pues bajo esta restricción parecen poco plausibles; sin embargo, la pregunta sobre si es posible encontrar casos en la historia de la ciencia, que correspondan a una contradicción de ese tipo queda abierta para futuras investigaciones.

Donde  $\varepsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  es la teoría empírica en cuestión y  $\alpha$  y  $\neg\alpha$ , supuestos o consecuencias observacionales de  $\Gamma$  (que no corresponden a reportes de observación experimental con respecto de  $\varepsilon$ ).

## VII. Inconsistencias Tipo 2.

Las inconsistencias entre una teoría  $\Gamma$  y supuestos contextualmente relevantes sobre el dominio empírico del cual la teoría habla, conciernen al punto (2) de nuestra definición de *teoría empírica inconsistente*, donde:

$\Gamma \models \alpha$ ,  
 $\neg \alpha$   
 ( $\neg \alpha$  es un reporte de la observación experimental)

La idea detrás de este tipo de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, apela a que cuando tenemos una teoría empírica, buscamos que ésta refiera al mundo de tal forma que nos ofrezca herramientas suficientes para explicar fenómenos particulares, hacer predicciones y poder poner a prueba intensivamente algunas de estas predicciones.

Las inconsistencias entre una teoría particular y datos empíricos relevantes, pueden ser descritas como sigue:

**Inconsistencia tipo 2:** Dada una teoría empírica  $\Gamma$ , (tal que  $\Gamma$  haya sido bien recibida por la comunidad científica), y que tenga como una consecuencia observacional  $\alpha$ ; si se hace un experimento (con respecto a  $\Gamma$  o utilizando  $\Gamma$ ), se reporta o describe  $\neg \alpha$ .

Este tipo de inconsistencias tiende a ser el más frecuente –o al menos, el más reconocido– en las ciencias empíricas. Se le etiqueta generalmente bajo el término de anomalía, y se argumenta que ni  $\Gamma$  ni  $\neg \alpha$  deben, necesariamente, ser abandonadas; sino al contrario, en la mayoría de los casos son aceptadas pro tem mientras se ofrece una nueva teoría (que dé cuenta de  $\neg \alpha$ ) o mientras se diseñan mejores instrumentos que den cuenta de  $\neg \alpha$  en tanto que un error de observación.

Algunos ejemplos de este tipo de inconsistencias pueden ser la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio, donde la observación era inconsistente con las predicciones de la teoría Newtoniana; o la hipótesis de Prout (Cfse. Lakatos 1970).

En lo que sigue y hasta indicar lo contrario, diagramaremos este tipo de inconsistencias como sigue:

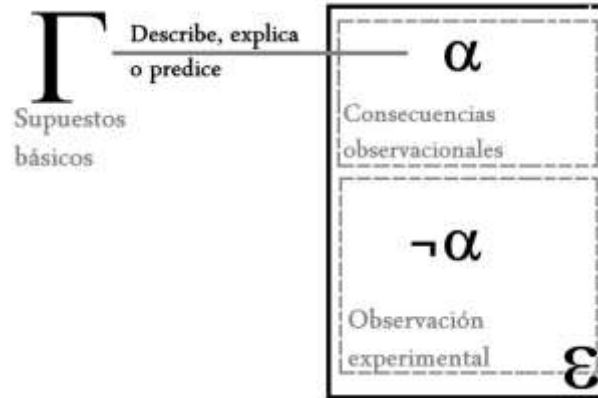


Figura 2.2 Inconsistencias tipo 2.

Donde  $\varepsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  es la teoría empírica en cuestión,  $\alpha$  es una consecuencia observacional de  $\Gamma$  y  $\neg\alpha$  es resultados observacionales registrados con respecto a las predicciones de  $\Gamma$ .

### VIII. Inconsistencias Tipo 3.

Las inconsistencias entre (dos o más) teorías empíricas conciernen al punto (3) de nuestra definición de *teoría empírica inconsistente*:

Dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ :  $\alpha \in Cn(\Gamma \cup \Delta)$  y  $\neg\alpha \in Cn(\Gamma \cup \Delta)$

La idea fundamental detrás de este tipo de inconsistencias es que existen dos teorías que son internamente consistentes, pero inconsistentes entre ellas; y que su unión resulta ya sea doxástica o instrumentalmente relevante (o interesante) para la práctica científica de su disciplina.

En la reconstrucción de la taxonomía de Priest (2002) hecha por Davey (2014), este tipo de inconsistencias puede presentarse en dos modos distintos:

- a) “un mismo sistema puede ser descrito en formas incompatibles según diferentes marcos teóricos” (Davey, 2014; p. 3010. Mi traducción.), es decir, dos (o más) teorías pueden hablar efectivamente del mismo dominio empírico y cada una tener supuestos básicos que contradicen a los de la otra teoría.
- b) Dos o más “teorías profundamente arraigadas, de distintas ciencias, hacen afirmaciones incompatibles” (Davey, 2014; p.3010. Mi traducción.), esto es, dos teorías hacen predicciones o descripciones empíricas particulares tales que son contradictorias entre ellas.

Entonces, las inconsistencias entre dos (o más) teorías empíricas pueden ser descritas como sigue:

**Inconsistencia tipo 3 (a):** Dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ , (tal que  $\Gamma$  y  $\Delta$  hayan sido bien recibidas por la comunidad científica pertinente), que ambas tengan consecuencias observacionales consistentes, tales como  $\beta$ ;  $\Gamma$  asume como supuesto básico  $\alpha$ , y  $\Delta$  asume  $\neg\alpha$ .

**Inconsistencia tipo 3 (b):** Dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ , (tal que  $\Gamma$  y  $\Delta$  hayan sido bien recibidas por la comunidad científica pertinente), una tiene como consecuencia observacional  $\alpha$  y la otra,  $\neg\alpha$ .

Este tipo de inconsistencia es, posiblemente, el más difícil de identificar en las ciencias empíricas. Tiene lugar cuando se poseen dos teorías que no solamente son rivales sino también son inconsistentes entre ellas,  $\Gamma$  y  $\Delta$ , tales que su generalidad, no son inconsistentes internamente y que, en el caso de (a) ambas explican de forma satisfactoria un mismo dominio de fenómenos  $\epsilon$ , esto es, que la observación no parece ser capaz de ayudar a decidir entre una y otra.

Un rasgo característico de este tipo de inconsistencias es que ambas teorías, han sido bien recibidas por la comunidad científica, y por tanto, en situaciones particulares, resulta doxástica o instrumentalmente relevante (o interesante) vincularlas para resolver problemas destacados en su disciplina.

Un ejemplo de este tipo de inconsistencias puede encontrarse en el debate del siglo XIX con respecto la edad de la tierra (donde los representantes de la teoría evolucionista defendían que la edad de la tierra debía ser de cientos de millones de años, pero según la termodinámica, esto era imposible) (Priest, 2002; p.122).

En lo que sigue y hasta indicar lo contrario, diagramaremos este tipo de inconsistencias como sigue

**Inconsistencia tipo 3 (a):**

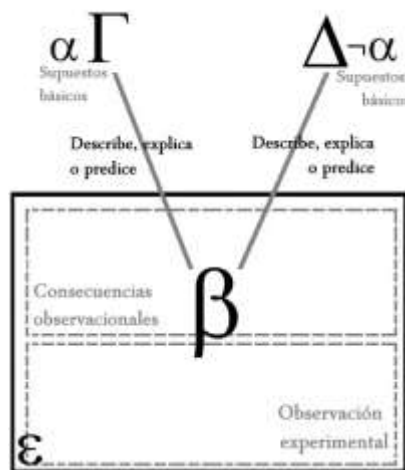


Figura 2.3. Inconsistencia tipo 3 (a)

Donde  $\epsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  y  $\Delta$  son las teorías empíricas en cuestión,  $\alpha$  y  $\neg\alpha$  son supuestos teóricos de  $\Gamma$  y  $\Delta$  respectivamente y donde  $\beta$  representa una consecuencia observacional de  $\Gamma$  y  $\Delta$ .

### Inconsistencia tipo 3 (b):

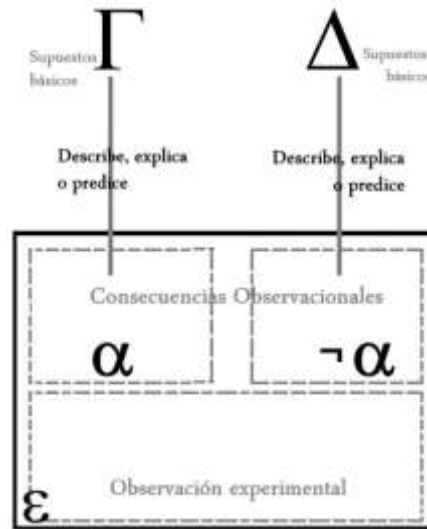


Figura 2.4. Inconsistencia tipo 3(b)

Donde  $\epsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  y  $\Delta$  son las teorías empíricas en cuestión, y  $\alpha$  y  $\neg\alpha$  son consecuencias observacionales de  $\Gamma$  y  $\Delta$  respectivamente..

A lo largo de las últimas tres secciones, se ha explicitado una vía para la caracterización y separación de las *TeIFs*, la cual, al menos en un primer momento, parece ayudar a clarificar el escenario donde cada uno de los tipos de inconsistencias habita.

## IX. Consideraciones finales.

En resumen, a lo largo de este capítulo hemos presentado la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, misma que permite clasificar las teorías empíricas inconsistentes apelando al tipo de inconsistencia que las teorías presenten. A través de tal clasificación podemos distinguir casos de teorías que sean:

- i) Internamente inconsistentes, o
- ii) Inconsistentes con reportes o descripciones sobre el dominio empírico pertinente, o
- iii) Inconsistentes con otras teorías.

Luego, esta clasificación supone que es posible estudiar casos particulares e interesantes de *TeIFs* como instancias de los tipos i), ii) y iii), para poder descubrir, ya sea nuevas características de las *TeIFs* o nuevos tipos de relaciones inconsistentes interesantes para el estudio de las *TeIFs*.

Por tanto, a lo largo de los siguientes capítulos, buscaremos hacer una revisión más puntual de esta clasificación, con ayuda de casos históricamente relevantes de teorías empíricas inconsistentes, para al final, poder descartar o defender la utilidad y la completud de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*,

## Capítulo 3. Inconsistencias tipo 3. La Electrodinámica clásica.

### I. Introducción

En filosofía de la ciencia, parece común asumir que entre “los diversos criterios propuestos por los filósofos para la evaluación de teorías, la consistencia interna parece ser privilegiada. Una teoría altamente exitosa puede ser más o menos precisa, o puede ser más o menos simple, sin embargo y de acuerdo con lo que parece ser una opinión generalizada, la consistencia interna no es negociable” (Frisch, 2004; p. 525 Mi Traducción).

A lo largo del siglo XX se ofrecieron una gran variedad de argumentos a favor del lugar privilegiado de la consistencia para la evaluación de teorías; posiblemente, la más popular de las defensas de la consistencia en filosofía de la ciencia es la siguiente: Si se asume que “Una teoría es un sistema axiomático deductivo en conjunto con un modelo previsto que corresponde a un dominio de la realidad empírica (o ya sea un modelo parcial, o un modelo con respecto a los enunciados de observación de la teoría)” (Nickles, 2002, p. 8. Mi traducción), y bajo ese supuesto, el sistema axiomático se describe como clásico (apelando a que nuestras teorías formales más eficientes son clásicas). Por tanto, “el sistema de axiomas debe estar libre de contradicciones (ya sea auto contradicciones o mutuas contradicciones) (...) pues un sistema auto contradictorio no es informativo (...) dado que cualquier conclusión puede ser derivada a partir de él” (Popper, 1959; p.72. Mi traducción). Esto nos lleva a sostener que, en caso de encontrarnos con una teoría inconsistente, es mandatorio ya sea aislar la inconsistencia (y eliminarla), o rechazar la teoría.

Un segundo argumento a favor de la consistencia, tiene que ver con la manera en la que la relacionamos con la verdad:

La consistencia –en el sentido más fuerte del término- debe permanecer como un principio regulativo importante (...) y las inconsistencias deben ser vistas como problemas. La razón es simple, Si la ciencia busca la verdad, debe apuntar a la consistencia; si se renuncia a la consistencia, se renuncia a la verdad. Afirmer que ‘debemos ser modestos en nuestras demandas’, que debemos rendirnos ante las inconsistencias –ya sean débiles o fuertes- mantiene un vicio metodológico. Por otro lado, esto no quiere decir que una vez descubierta la inconsistencia –o anomalía- debamos detener inmediatamente el desarrollo del programa de investigación: puede ser racional poner la inconsistencia en una cuarentena ad hoc, temporalmente y seguir con la heurística positiva del programa (Lakatos, 1970; p. 143. Mi traducción.)

Como es obvio, a diferencia de la versión axiomática, la consecuencia más notable de esta postura es la posibilidad de ser *temporalmente* tolerante ante las inconsistencias en la ciencia.

Lo destacado de estos dos argumentos es que en ellos se hace evidente que, sin importar la actitud que tomemos una vez identificada una teoría científica inconsistente (ya sea rechazarla o tolerarla transitoriamente), la consistencia siempre será un valor privilegiado en la ciencia. Sin

embargo, como ambas posturas suponen, no siempre ocurre que nuestras teorías empíricas sean internamente consistentes. Por ejemplo, la teoría del átomo de Bohr ha resultado, según algunos filósofos (Lakatos, 1970, Brown, 1990, Priest, 2002), internamente inconsistente; del mismo modo, se ha dicho que la electrodinámica clásica tiene al menos una aplicación que es inconsistente.

Dado que éste es el primero de tres capítulos que buscarán ofrecer instancias positivas de lo que hemos descrito como *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, en las siguientes páginas nos centraremos en el análisis de la electrodinámica clásica y defenderemos que es plausible entender su inconsistencia como una instancia del primer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Para lograrlo, sostendremos tres tesis básicas:

- 1) La caracterización de las inconsistencias del tipo 1 coincide con la que Laudan (1977) hace de los Problemas Conceptuales Internos- Inconsistencias Lógicas.
- 2) La electrodinámica clásica (en particular, sus modelos de radiación de sincrotrón) puede ser vista como una *TeIF*.
- 3) Si es el caso que (2), entonces, la inconsistencia de esta teoría coincide con la caracterización que hemos ofrecido de *inconsistencias del tipo 1* de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Para conseguir lo anterior, primero ofreceremos un breve resumen del comportamiento del primer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* (descrito con mayor profundidad a lo largo del capítulo 2); luego presentaremos la caracterización de Laudan de *los Problemas Conceptuales Internos*, y argumentaremos que si bien este grupo de problemas no se reduce a las inconsistencias internas, éstas últimas son un caso de este tipo de problemas.

Después, y para poder argumentar a favor de (2) y de (3), nos concertaremos en la reconstrucción que Frisch (2004, 2005) hace de la inconsistencia en la Electrodinámica clásica cuando se revisan los modelos de radiación del sincrotrón. Por último, trazaremos algunas conclusiones con respecto a la relevancia de este estudio de caso para determinar la efectividad de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* al dar cuenta de las inconsistencias internas.

## II. Inconsistencias tipo 1.

Recapitulando: Existe un tipo de inconsistencias que surge al relacionar supuestos contradictorios de una misma teoría. “Es un hecho que han existido teorías inconsistentes cuyas inconsistencias se localizan en su interior (...) Por ejemplo, por más de cien años, la dinámica newtoniana estuvo basada en el cálculo antiguo en el cual los infinitésimos tenían propiedades inconsistentes (...) Otro ejemplo, particularmente interesante, es la teoría atómica de Bohr, la cual incluía ambos, principios de la electrodinámica clásica y principios cuánticos, que eran mutuamente inconsistentes” (Priest, 2002; p. 122. Mi traducción). A las inconsistencias de estos casos, las hemos caracterizado como *inconsistencias tipo 1* según la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.



Si uno asume que es posible distinguir entre tipos de enunciados en el interior de las teorías empíricas, (por ejemplo, leyes generales, supuestos empíricos, supuestos auxiliares, etc.), entonces este tipo de inconsistencias puede aparecer entre sentencias del mismo o de distintos tipos; sin embargo, las *inconsistencias tipo 1* no pueden incluir elementos que provengan de resultados de la observación experimental, ni de otros cuerpos teóricos auxiliares o rivales.

Sin embargo, dado que creemos que podemos distinguir entre supuestos básicos y consecuencias observacionales de una teoría, entonces, tendremos que caracterizar al menos dos tipos de *inconsistencias tipo 1*: unas que involucren supuestos básicos (como leyes generales) y otras que comprendan consecuencias observacionales de la misma teoría (Ver capítulo 2).

Si bien, la filosofía de la ciencia ha presentado casos de teorías inconsistentes a nivel de sus supuestos fundamentales, en su mayoría éstas pertenecen a las ciencias formales; de hecho, uno de los ejemplos más destacados de este tipo de inconsistencias es el cálculo infinitesimal (Cfse. Brown y Priest, 2004, Sweeney, 2013), y dado que el principal objetivo de esta investigación es analizar las inconsistencias en las ciencias empíricas, y que las teorías de este tipo de disciplinas se distinguen por incluir consecuencias observacionales, en lo que sigue nos concentraremos únicamente en las inconsistencias que involucran exclusivamente una contradicción entre dos consecuencias observacionales.

Ahora bien, esta caracterización nos deja con algunas interrogantes: ¿Cómo han sido descritas este tipo de inconsistencias en la filosofía de la ciencia? Y ¿es posible encontrar casos históricos que satisfagan las condiciones de las *inconsistencias tipo 1*? En el siguiente apartado buscaremos brevemente dar cuenta de una de las caracterizaciones más populares de las inconsistencias internas, y en los apartados IV y V presentaremos el caso de la Electrodinámica clásica como una instancia positiva de tal tipo de inconsistencias.

### **III. Problemas Conceptuales Internos e Inconsistencias tipo 1**

Como hemos mencionado a lo largo del capítulo anterior, *Progress and Its Problems* (1977) es el producto de una investigación que busca argumentar a favor de que “la racionalidad y la progresividad de una teoría están fuertemente ligadas –más que a su confirmación o su falsificación- a su efectividad en la resolución de problemas” (Laudan, 1977; p. 5. Mi traducción); de igual forma, en ese texto, Laudan intenta defender que si se abandonan algunos de los conceptos tradicionales de la filosofía de la ciencia y se asume que la labor fundamental de la ciencia es la resolución de problemas, entonces un nuevo modelo del conocimiento científico, pero sobre todo, uno de cambio científico, comenzará a emerger (Cfse. Laudan 1977; p. 4,5).

Para lograr esto, Laudan ofrece una taxonomía de problemas para las ciencias empíricas, entre los cuales, las contradicciones se hacen presentes de forma recurrente; pero dado que no es su intención separar los tipos o los grados de inconsistencia en las teorías, entonces parece que cuando su taxonomía aborda las inconsistencias, lo hace de manera superficial. Por tanto, a lo largo de los próximos capítulos, haremos una referencia sistemática a las caracterizaciones que Laudan (1977) ofrece, y en la mayoría de los casos argumentaremos que no son lo

suficientemente profundas para ayudarnos a distinguir entre tipos de inconsistencias cuando hablamos de teorías empíricas.

En la distinción de Laudan entre problemas conceptuales y problemas empíricos, se describe a los primeros como característicos de las teorías y se dice que “no existen independientemente de las teorías que los exhiben, ni siquiera tienen esa autonomía limitada que los problemas empíricos en ocasiones presentan” (Laudan, 1977; p. 48. Mi traducción). Los problemas conceptuales se pueden manifestar de dos maneras distintas: i) si la teoría en cuestión muestra inconsistencias internas o hace uso de categorías de análisis vagas o poco claras; o ii) si la teoría en cuestión entra en conflicto con otras teorías o doctrinas. Los primeros (i) se llaman *problemas conceptuales internos*, mientras que los segundos (ii), se conocen como *problemas conceptuales externos*.

Dado que a lo largo de este capítulo, lo que buscamos es concentrarnos en las *inconsistencias de tipo 1* (inconsistencias internas), nos ocuparemos únicamente de revisar lo que Laudan dice sobre los *problemas conceptuales internos*.

Como ya dijimos antes, estos problemas son el resultado o de tener contradicciones lógicas al interior de nuestro cuerpo de sentencias al cual llamamos ‘teoría’, o de usar categorías de análisis poco claras; la caracterización de ambos casos es la siguiente:

**Inconsistencias lógicas:** Si tenemos inconsistencias lógicas, entonces necesariamente hablamos de una teoría que es auto contradictoria. Este es el tipo más frecuente de problemas internos, y generalmente, si no queremos abandonar la teoría, este problema tiene solamente dos salidas: o los proponentes de esta teoría abandonan las reglas de la lógica clásica (mismas que ofrecen el contexto para reconocer a la inconsistencia como problema), o los defensores de la teoría, son capaces de aislar la contradicción y esperar a que ésta sea removida (Cfse. Laudan, 1977; p. 49)

**Categorías de análisis vagas:** Este tipo de problemas incluyen casos de ambigüedad conceptual y de circularidad. “A diferencia de las inconsistencias, la ambigüedad de conceptos es un asunto de grado más que de tipo. Algunos niveles de ambigüedad son probablemente imposibles de eliminar (...) Pero la ambigüedad sistemática y crónica dentro de una teoría a menudo ha sido, y debe ser, percibida como altamente perjudicial” (ídem).

Ahora bien, parece que en este punto podemos identificar las *inconsistencias lógicas* con las *inconsistencias del tipo 1*; sin embargo, alguien podría argumentar que en ocasiones, creemos que tenemos inconsistencias lógicas, pero en realidad lo que poseemos son instancias complejas de problemas de vaguedad en nuestra teoría<sup>13</sup>, de ser el caso, nuestra clasificación no nos ayudaría a distinguir inconsistencias de otro tipo de problemas conceptuales, y heredaría la misma dificultad, por la cual rechazamos la taxonomía de Laudan al momento de describir tipos de inconsistencias.

La respuesta a esta objeción requiere hacer evidente que la crítica tiene lugar si se asume que la visión de la ciencia que se presupone en la construcción de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>* es una

---

<sup>13</sup> Ver Vickers (2014), p. 146-191.

visión ahistórica, misma que diría que una vez identificado un problema como inconsistencia, sin importar el paso del tiempo o el contexto histórico de la ciencia, el mismo problema seguirá siendo una inconsistencia; pero no parece claro que la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* se comprometa con esta asunción, al contrario, la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* parece ser compatible tanto con ella como con su opuesta.

Por otro lado, incluso concediendo que la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* asuma que una vez identificado un conflicto como ‘inconsistencia’ éste permanecerá irremediablemente como tal, la carga de la prueba recaerá en quien sostenga que existen momentos en los cuales no es posible distinguir entre casos de vaguedad y contradicciones lógicas, y tendrá que mostrar que la información de la que se dispone es suficiente para defender un caso de contradicción y no uno de inconsistencia plausible. Para ello, propondremos un criterio adicional que llamaremos de Identidad Temática y lo definiremos como sigue:

**Criterio de Identidad Temática:** “se establece la contradicción por el uso de la misma variable (...) porque los dos miembros que integran la contradicción tratan sobre el mismo contenido, la diferencia entre ellos es que en un elemento se niega el contenido que en el otro se ha expresado” (Mijangos, 2000; p.102). Esto es, se requiere que se habla de exactamente los mismos elementos, tanto en la afirmación como en su negación.

Este criterio requerirá entonces, que para identificar una inconsistencia de tipo 1, tengamos razones suficientes para sostener que en los elementos que integran la contradicción el vocabulario se comparta de manera isomorfa.

Ahora bien, a continuación ofreceremos un estudio de caso que creemos muestra una instancia de las *inconsistencias tipo 1*.

#### **IV. La Electrodinámica clásica y los modelos de radiación de sincrotrón,**

La electrodinámica es una rama del electromagnetismo, que estudia específicamente la evolución temporal en sistemas que involucran 'campos eléctricos' y 'campos magnéticos' con cargas en movimiento.

Se dice que,

Para cualquier distribución de carga la(s) partícula(s) crea (n) una situación en el espacio a su alrededor tal, que si se coloca una partícula de prueba en cualquier punto, la fuerza que experimenta la partícula de prueba es tangente a la línea de fuerza. Se dice que cualquier distribución de carga eléctrica crea a su alrededor una situación que se llama *campo eléctrico*<sup>14</sup>. (Braun, 2003)

En adición a lo anterior, es importante destacar que existe una relación directa entre las partículas que se encuentran en un campo determinado y el mismo campo; esto es, si se cambia la posición de la partícula eléctrica, el campo eléctrico asociado deberá cambiar también.

---

<sup>14</sup> De forma análoga se definen las líneas de fuerza magnéticas donde, “el efecto magnético que se produce en el espacio es el campo magnético” (Ídem)

Por otro lado, la electrodinámica clásica<sup>15</sup>, como teoría, cuando busca dar cuenta de las entidades microscópicas, ofrece una ontología que consiste básicamente en partículas microscópicas cargadas y campos electromagnéticos. A un nivel microscópico, la electrodinámica clásica “describe cómo los estados de las partículas y los campos se determinan mutuamente. Las leyes básicas de la teoría que gobiernan la interacción entre las partículas cargadas y los campos son las ecuaciones de Maxwell-Lorentz, de acuerdo con las cuales las cargas y los campos electromagnéticos interactúan en dos maneras distintas” (Frisch, 2004: p. 527), mismas que son: (i) las partículas cargadas son causa de los campos (por las ecuaciones de Maxwell) y (ii) los campos externos influyen en el movimiento de las cargas (por la fuerza de Lorentz). En adición a esto, la interacción de estas ecuaciones está gobernada por un postulado de conservación de la energía<sup>16</sup>.

En lo que sigue resumiremos brevemente en qué consisten las ecuaciones Maxwell-Lorentz, para después poder describir la inconsistencia que Frisch (2004, 2005) argumenta se encuentra en el interior de la electrodinámica clásica.

Primero, las ecuaciones de Maxwell (según la notación vectorial en tres dimensiones-estándar) pueden ser dadas como sigue Cfse. Frisch, 2004, p. 527)<sup>17</sup>:

$$1. \quad \nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho$$

Esta ecuación es también conocida como ‘ley de Gauss’, supone que las cargas no están en movimiento y nos dice que el flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada es directamente proporcional a la magnitud de las fuentes (cargas) contenidas dentro de la superficie; es decir, esta ecuación nos permite conocer –cuantitativamente- la ‘divergencia’ en nuestro campo eléctrico.

$$2. \quad \nabla \times \mathbf{B} - \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \mathbf{J}$$

Esta ecuación nos dice que si no hay un campo magnético en rotación o su magnitud es nula, entonces tampoco hay una variación de campo eléctrico.

$$3. \quad \nabla \times \mathbf{E} - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$$

---

<sup>15</sup> “Dado que las ecuaciones de Maxwell pueden ser formuladas de tal forma que son invariantes bajo las transformaciones Lorentz, la electrodinámica clásica es una teoría relativista; es una teoría *clásica* solamente en tanto que no es una teoría *cuántica*” (Frisch, 2004; p. 527).

<sup>16</sup> “[P]ara un sistema dado de partículas y campos la suma de las energías cinéticas  $E_k$  de las partículas y la energía del campo  $E_f$  permanece constante en el tiempo. Dado que la energía es transferida entre partículas y campos, para cualquier incremento en la energía de las partículas existe una correspondiente disminución en la energía del campo, y viceversa.” (Vickers, 2014; p. 77. Mi traducción)

<sup>17</sup> Donde:  $\mathbf{E}$  es la intensidad del campo eléctrico y  $\mathbf{B}$  la intensidad del campo magnético.  $\rho$  es la densidad de la carga, y  $\mathbf{J}$  es la densidad actual (Frisch, 2004).

Por otro lado, esta ecuación (considerando 1 y 2) establece que si se altera el campo eléctrico, el campo magnético se verá afectado también.

$$4. \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

Por último, esta ecuación expresa que un supuesto básico de la electrodinámica clásica es que no existen monopolios magnéticos, esto es, que todas las líneas del campo magnético son cerradas, por tanto, la divergencia del mismo campo es igual a 0.

Las ecuaciones de Maxwell dicen qué pasa si la partícula radía, así como las características que tienen el campo magnético y eléctrico en una región donde haya cargas.

Después, la Fuerza de Lorentz puede ser descrita como sigue<sup>18</sup>:

$$\mathbf{F}_{Lorentz} = q (\mathbf{E}_{ext} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{ext})$$

Esto dice que, si colocamos una carga en un campo eléctrico y un campo magnético externos, entonces ésta va a experimentar una fuerza particular, tal que es proporcional a las intensidades del campo, a la velocidad de la partícula y a la carga. Algo importante sobre la manera en la cual damos cuenta de la Fuerza de Lorentz, es que para calcular dicha fuerza se asumen campos externos (que no son generados por la carga), y no se consideran los campos que las ecuaciones de Maxwell dicen que se generan al poner en movimiento una partícula cargada.

Ahora, sobre el uso de la ecuación para calcular la Fuerza de Lorentz es importante explicitar algunos supuestos: a) las partículas cargadas están gobernadas por las leyes de Newton o sus análogos relativistas; b) la Fuerza de Lorentz es *local* dado que la aceleración de la carga depende del valor del campo electromagnético exclusivamente en la ubicación de la carga. Del mismo modo, es importante especificar que se asume que c) los campos externos causan la aceleración de las cargas, así como que d) las partículas cargadas cumplen con el principio de inercia y que las fuerzas actúan como causas de la aceleración (Cfse. Frisch, 2004; p. 528).

Luego, las ecuaciones Maxwell-Lorentz se utilizan para resolver, al menos, dos tipos distintos de problemas: ya sea para determinar los campos asociados a una carga específica y a una distribución particular (las ecuaciones de Maxwell), o para calcular el movimiento de una partícula cargada en un campo electromagnético externo dado; en el primer tipo de problemas, las cargas y las corrientes son especificadas, y dadas las condiciones iniciales y de frontera (mismas que especifique los campos de código libre), el campo electromagnético total es calculado. En problemas del segundo tipo, los campos electromagnéticos externos son especificados y los movimientos de las partículas cargadas o corrientes son calculados. En estos problemas, las cargas eléctricas son tratadas ya sea, como si fueran afectadas por los campos o como si fueran fuentes de los campos, pero no ambas (Frisch, 2004; p. 529. Mi traducción).

---

<sup>18</sup> Cfse. Frisch, 2004. p. 528.

Sin embargo, no existe un conflicto si no es el caso de que haya un problema que para ser resuelto, requiera que se utilicen ambas, las ecuaciones de Maxwell y la Fuerza de Lorentz; Frisch, propone revisar el caso de la ‘radiación de sincrotrón’ para mostrar una instancia donde la electrodinámica clásica es inconsistente.

## **Radiación de sincrotrón.**

La *radiación de sincrotrón* es una radiación electromagnética generada por partículas cargadas que, a alta velocidad, se mueven en un campo magnético; la emisión de estas partículas se logra artificialmente en un sincrotrón<sup>19</sup>.

Cuando se busca dar cuenta de esta radiación, en un primer momento, la órbita del electrón –se asume que- es generada por el campo magnético externo y se calcula a través de la Fuerza de Lorentz<sup>20</sup>. Para este caso, la ecuación de la fuerza de Lorentz implica que los electrones se muevan en orbitas circulares. En un segundo momento, las trayectorias de los electrones se asumen como dadas y se usan como entrada para calcular, con ayuda de las ecuaciones de Maxwell, el campo de radiación (Frisch, 2004; p. 529).

El problema surge si, por un lado, buscamos la trayectoria de la partícula, necesitamos las fuerzas que interactúan con esa partícula. En este caso, tal fuerza se calcula con la ecuación de Lorentz y para hacerlo se asumen como externos y ya dados (por el sincrotrón) los campos eléctrico y magnético. Por otro lado, si buscamos saber cómo radia la partícula, con ayuda de las ecuaciones de Maxwell, necesitamos comprometernos con el hecho de que cualquier carga acelerada emite una radiación que perturba el campo electromagnético con el que interactúa. Lo cual hace que una vez que la carga se acelera y perturba los campos eléctrico y magnético que el sincrotrón da por default, esos campos que asumen como dados para calcular la fuerza, ya no sean los que de hecho están interactuando con la partícula. Ergo, parece que la caracterización de exactamente los mismos campos, en distintos momentos del cálculo, es inconsistente.

En otras palabras,

este tratamiento es inconsistente con el principio de la conservación de la energía. Por un lado, dado que la órbita del electrón (tal como se calcula en el primer paso) es circular, la velocidad del electrón y, por tanto, su energía cinética, son constantes (...) Por otro lado, las cargas en movimiento en órbitas circulares se aceleran de forma continua (...) ergo, de acuerdo a las ecuaciones de Maxwell y a la formulación para el campo de energía, radian energía. Pero si la energía se conserva, entonces la energía de los electrones tendría que disminuir por la cantidad de energía que es irradiada y las orbitas de los electrones no pueden ser las que se han

---

<sup>19</sup> El sincrotrón es un acelerador de partículas, que se caracteriza por mantenerlas en una órbita cerrada. Dentro de él se utilizan un campo eléctrico y uno magnético –a través del cual se curva la trayectoria de las partículas. Los sincrotrones pueden ser usados para acelerar las partículas, para mantenerlas circulando a una energía fija o para colisionarlas.

<sup>20</sup> “En el modelo más simple de sincrotrón, se asume que los electrones sin inyectados en los ángulos correctos en un campo puramente magnético y constante”. (ídem. Mi traducción)

derivadas a través de la ecuación de Lorentz en el primer paso, según la cual la energía del electrón es constante (Frisch, 2004; p. 529, 530).

## V. La electrodinámica clásica y la radiación de sincrotrón como inconsistencia tipo 1.

Ahora bien, dado que la teoría satisface un criterio mínimo de adecuación fáctica, que ordena y agrupa fenómenos que si se trataran por separado estarían desordenados y que también, ofrece nuevos problemas, y estrategias para resolver conflictos altamente relevantes en su disciplina ; entonces, podemos sostener que electrodinámica clásica es una teoría empírica funcional.

Ahora bien, podemos ver que el problema radica no en que la teoría se refiera a distintas entidades y por cuestiones de vaguedad las confunda, sino en que al referirse a exactamente la misma entidad, las caracterizaciones que la teoría ofrece del campo electromagnético es distinta e incompatible, dependiendo de si se hace a través de las ecuaciones de Maxwell o si se hace a través de la ecuación para calcular la Fuerza de Lorentz. Por tanto podemos argumentar que en este caso se satisface nuestro *Criterio de Identidad Temática* (Ver Capítulo 2).

Además, y dado que su inconsistencia es independiente de los resultados de la observación experimental o de la vinculación de la electrodinámica clásica con otras teorías, podemos defender que la inconsistencia es consecuencia de combinar algunos de los supuestos básicos de la electrodinámica clásica (ecuaciones de Maxwell-Lorentz y el principio de conservación de la energía), y que por tanto, la inconsistencia que Frisch ha identificado en la electrodinámica clásica, es una inconsistencia del tipo 1 de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>* .

Diagramaremos el caso como sigue:

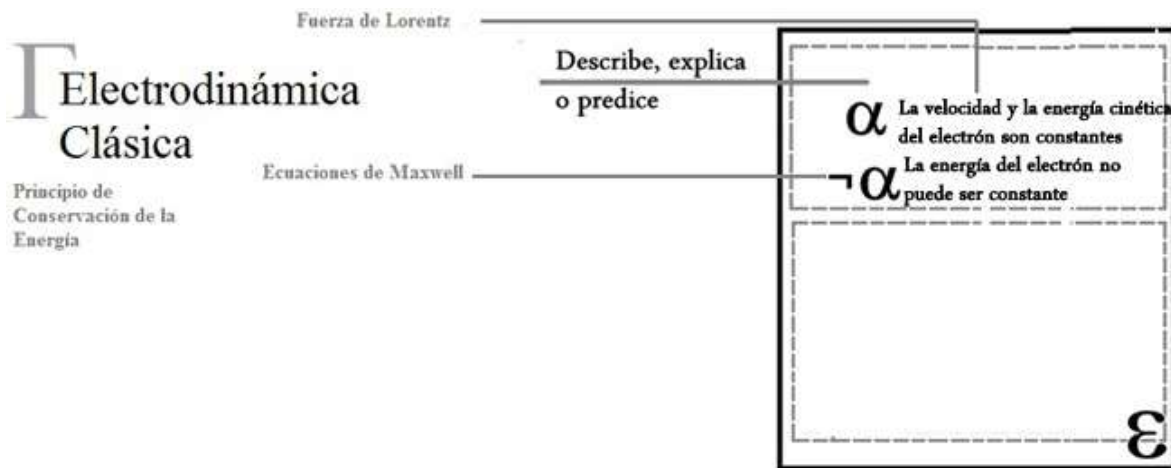


Figura 3.1. Inconsistencia tipo (1) electrodinámica clásica y radiación de sincrotrón.

Donde, los resultados de las ecuaciones Maxwell y los de la ecuación para calcular la Fuerza de Lorentz –todas instanciadas con respecto al mismo dominio empírico-, son incompatibles una vez que se asumen los constreñimientos dados por el principio de

conservación de la energía. Pues a partir de este conjunto de ecuaciones es posible concluir que la órbita es circular y que por tanto la energía es constante, pero también que la aceleración es continua y que hay radiación, sin embargo, el principio de conservación de la energía dice que si hay radiación entonces, entonces la energía disminuye (ergo, no es constante) y así se hace evidente la inconsistencia.

Ahora bien, podemos defender que la contradicción que Frisch ha identificado, dado que no incluye datos de reportes observacionales ni elementos teóricos ajenos a electrodinámica clásica (en su aplicación sobre modelos de radiación de Sincrotrón), solamente se expresa a través de las consecuencias de algunos principios de la teoría, la inconsistencia aquí descrita es interna a la teoría, y por tanto es una inconsistencia de tipo interno.

Finalmente, parece que, tal como fue ofrecida la caracterización de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* a lo largo del capítulo 2, hemos encontrado un caso cuya inconsistencia satisface el primer tipo de esta clasificación, a saber, el conflicto interno de la electrodinámica clásica en la aplicación específica para el cálculo de la radiación de sincrotrón; donde este ejemplo reveló que, al menos para describir casos similares, la clasificación es exitosa, pues al caracterizar los conflictos entre presupuestos de la teoría, la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* atrapa todos los elementos relevantes involucrados en la inconsistencia .

## **VI. Consideraciones Finales.**

En resumen, es posible identificar a las *inconsistencias del tipo 1* según la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* , con los problemas conceptuales internos –inconsistencias lógicas de la taxonomía ofrecida por Laudan (1977).

Además, hemos dicho que la electrodinámica clásica es una *TeIF*, y hemos defendido que la inconsistencia que se encuentra en su interior es una instancia del tipo 1 de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.



## Capítulo 4. Inconsistencias tipo 2. El perihelio de Mercurio.

### I. Introducción

A pesar de que la línea que separa lo observable de lo no-observable es difusa y ha sido cuestión de debate en filosofía de la ciencia por décadas, es un hecho que las ciencias empíricas legitiman, a través de sus metodologías, el papel de la observación como fundamental para la construcción, elección y aplicación de las teorías científicas.

En términos generales, cualquier teoría empírica busca dar explicaciones satisfactorias con respecto al mundo externo, así como ofrecer un catálogo de consecuencias observacionales que la hagan más virtuosa frente a sus rivales. Por tanto, el estudio de las relaciones que existen entre una teoría empírica particular y los datos observacionales relevantes para tal teoría se convierte en un camino privilegiado para entender el desarrollo y el funcionamiento de las teorías empíricas.

Si bien siempre es deseable que las teorías empíricas predigan fenómenos que se confirmen a través de procesos de experimentación o de medición, no siempre las consecuencias observacionales de nuestras mejores teorías se encuentran en sincronía con los fenómenos que se observan. Por ejemplo, la famosa anomalía de la teoría gravitatoria de Newton con respecto al movimiento del planeta Mercurio, ha sido usada de forma recurrente para ilustrar una relación problemática entre las consecuencias observacionales de una teoría empírica particular y reportes observacionales claramente relevantes para tal teoría. A continuación, presentaremos este caso y sostendremos que es plausible verlo como una instancia del segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Ahora bien, para poder profundizar en el análisis de lo que en la literatura se conoce como la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio, es necesario revelar tres tesis iniciales:

- 1) las inconsistencias de tipo 2 coinciden con una interpretación particular de la *anomalía* en filosofía de la ciencia
- 2) bajo el supuesto de (1), es posible describir al caso de la teoría gravitatoria de Newton como una instancia del segundo estadio de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.
- 3) Por último, si (1) y (2), entonces el segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, da cuenta satisfactoriamente de uno de los casos más destacados y representativos de inconsistencias en la filosofía de la ciencia.

Para lograr lo anterior, en lo que sigue, haremos un breve resumen del comportamiento del segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* (descrito mayor profundidad en el Capítulo 2). Luego, y con la finalidad de defender (1), ofreceremos una revisión a la figura de la anomalía en filosofía de la ciencia, así como una interpretación de la misma que coincida –al menos en sentido general- con las inconsistencias del tipo 2.

Por otro lado, y para argumentar a favor de (2), será necesario dar cuenta de la anomalía del perihelio de Mercurio y destacar las propiedades que le permiten a este ejemplar ser considerado como una inconsistencia de tipo 2. Por último, se trazaran algunas conclusiones con respecto a la relevancia de este caso de estudio para determinar la eficiencia de la *Clasificación*<sub>TEIF</sub>.

## II. Inconsistencias tipo 2

Recapitulando: Las inconsistencias entre una teoría y los reportes o descripciones observacionales relevantes pueden ser descritas formalmente como:

$$\Gamma \models \alpha, \\ \neg \alpha^{21}$$

A este tipo de inconsistencias, según la clasificación que hemos propuesto, las hemos llamado *inconsistencia tipo 2*, y hemos dicho que para que una tensión entre resultados observacionales y resultados de la observación experimental.

Esta descripción nos deja con dos interrogantes: este tipo de entidades, ¿han sido descritas previamente por la filosofía de la ciencia? y ¿es posible encontrar casos históricos que satisfagan las condiciones de las *inconsistencias tipo 2*? En la siguiente sección intentaremos responder al primero de estos cuestionamientos.

## III. Anomalías, lagunas e inconsistencias

Si uno de los marcadores más importantes del éxito de una teoría empírica es que ésta sobreviva a procesos intensivos de prueba y de medición experimental, entonces, la aparición de fenómenos inesperados –que no son consistentes con las predicciones que la teoría en cuestión ofrece- revela, en algún sentido, “que la naturaleza ha violado de algún modo las expectativas inducidas por el paradigma” (Kuhn, 1970; p. 130), es decir, que hay algo del mundo que nuestras observaciones nos indican pero que la teoría no captura satisfactoriamente.

Los conflictos entre una teoría particular y resultados de observación relevantes tienden a ser presentados por la tradición bajo el término *anomalía*.

“Podemos llamar a un acontecimiento descrito por un enunciado A, una ‘anomalía con relación a una teoría T’ si A es un enunciado falsador potencial de la conjunción de T y una cláusula *ceteris-paribus*, pero se convierte en un falsador potencial de T tras haber decidido relegar la cláusula *ceteris paribus* al ‘conocimiento fundamental no problemático’. (Lakatos, 1977; p. 40)

En general, una anomalía es un fenómeno que se espera sea explicado en términos de una teoría, pero que no lo es y que al no serlo, se convierte en un desafío para la teoría en cuestión.

---

<sup>21</sup> Donde  $\Gamma$  es la teoría empírica en cuestión,  $\alpha$  es una consecuencia observacional de  $\Gamma$ , y  $\neg\alpha$  es un reporte o descripción empírica sobre el dominio empírico que  $\Gamma$  representa.

Ahora bien, cuando decimos que un fenómeno no es explicado por una teoría, no queremos decir, necesariamente, que esto ocurra bajo la forma de una inconsistencia; de hecho, no todas las anomalías son casos de inconsistencias lógicas entre la teoría y la observación (Laudan, 1977), existen al menos dos maneras distintas de interpretar el término: ya sea como como *lagunas* o como *falsa predicciones*; a continuación resumiremos ambas alternativas y defenderemos que una de ellas es análoga al segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, para luego poder presentar el caso del corrimiento del perihelio de Mercurio como una instancia de esta última.

## Lagunas

En general, decimos que podemos reconocer un fenómeno como anómalo cuando, dadas ciertas expectativas observacionales de una teoría, en la observación experimental alguna de ellas no se cumple. En ocasiones, indicamos que una teoría empírica *falla* al decir algo con respecto a un hecho que pertenece al dominio empírico relevante, si no lo explica o lo describe. Sin embargo, cuando además descubrimos que la teoría no incluye en ningún sentido a este hecho, es decir, que tampoco lo prohíbe de forma alguna, nos encontramos frente a un tipo peculiar de anomalía.

“Una de las especies más importantes de anomalías aparece cuando una teoría, a pesar de ser consistente con los resultados observacionales, es incapaz de explicar o resolver tales resultados” (Laudan, 1977; p.29. Mi traducción), esto es, cuando a través de otras teorías (que pertenecen al mismo dominio de investigación), nos percatamos de un fenómeno que debería ser descrito por la teoría en cuestión, pero que no está si quiera, incluido en su dominio de discurso.

Un caso interesante de este tipo de anomalías puede encontrarse al comparar las predicciones-explicaciones sobre el movimiento pendular ofrecidas por las teorías cinemáticas previas a la copernicana con las dadas por la copernicana misma, en este punto ni siquiera se podría decir que las primeras ofrecen una explicación *errónea* de este tipo de movimientos pues, de hecho, no brindan ninguna suerte de predicción o explicación al respecto.

Las anomalías que se comportan de la forma que hasta ahora hemos descrito han sido frecuentemente abordadas por distintos filósofos de la ciencia<sup>22</sup>, sin embargo es Kuipers (1999, 2000) quien ofrece una caracterización precisa de ellas, que las distingue de las inconsistencias formales y quien también acuñe el término de *lagunas* para referirse a las mismas.

Se dice que una evidencia (fenómeno anómalo) puede ser asumida como *laguna* si la teoría que debería describirla no lo hace, pero tampoco la prohíbe. En términos generales, la “existencia de una laguna en una teoría nos confronta con sus vacíos, y sus resoluciones en éxitos indican progreso en la teoría. Al hacerlo, estamos completando la teoría original (al menos con respecto a cierta evidencia) y por tanto construyendo una mejor, que pueda incluir leyes adicionales o nuevas condiciones iniciales” (Aliseda, 2005; p.174. Mi traducción). En resumen,

---

<sup>22</sup> Es conocida también la caracterización de estas anomalías, ofrecida por Laudan (1977), bajo el nombre de “anomalía no refutadora”.

las lagunas “muestran que la teoría no es suficiente, que es posible que no haya suficientes leyes para dar cuenta de cierta evidencia como casos de éxito o de fracaso” (Ídem. Mi traducción.).

## Falsas predicciones

Si bien las lagunas son objetos filosóficamente complejos e interesantes, no son las únicas entidades a las que se les suele llamar *anomalías*. En ocasiones, podemos decir que una teoría empírica no solamente falla al hacer una predicción, sino que hace una *falsa predicción* (Cfse. Laudan, 1977; p. 29) si es el caso que entre sus consecuencias observacionales o *predicciones teóricas* se encuentre  $\alpha$ , pero la observación experimental revele  $\neg\alpha$ .

Una de las diferencias más notables entre una falsa predicción y una laguna, consiste en que la negación del fenómeno anómalo, se encuentra, de alguna manera, supuesta en la predicción.

Una anomalía de este tipo, está compuesta por distintos elementos: una consecuencia observacional  $\alpha$ , una teoría empírica  $\Gamma$  tal que implica  $\alpha$ , al menos un supuesto metodológico que permite entender a  $\alpha$  como la prohibición de  $\neg\alpha$ <sup>23</sup>, y un reporte o descripción observacional  $\neg\alpha$ .

Cuando una *falsa predicción* aparece, a veces se asume que ni la teoría ni los reportes de observación deben ser necesariamente abandonados en un primer momento; sino al contrario, en la mayoría de las situaciones, ambos son aceptadas *pro tem* mientras se ofrece una nueva teoría que explique  $\neg\alpha$  o mientras se diseñan mejores instrumentos que den cuenta de  $\neg\alpha$  como un error de observación. Un ejemplo de este tipo de anomalías es la hipótesis de Prout (sobre la posibilidad de reducir los átomos de cualquier elemento a agrupaciones de varios átomos de hidrógeno), misma que fue bien recibida por un grupo considerable de químicos durante el siglo XIX, a pesar de presentar inconsistencias entre sus predicciones teóricas y resultados de la observación experimental (Cfse. Priest 2002).

## Lagunas vs Falsas Predicciones

Una vez ofrecidas las dos caracterizaciones de anomalías, podemos sostener que las *lagunas* no satisfacen los criterios que las *inconsistencias tipo 2*, por las siguientes razones:

- a) Dado que las *lagunas* hacen evidentes los vacíos conceptuales de las teorías, la identificación de  $\neg\alpha$  como un resultado de observación no entra en conflicto con  $\alpha$ , puesto que el problema radica en que  $\alpha$  tampoco es descrita por la teoría  $\Gamma$ .
- b) Si (a) es el caso, entonces la relación entre  $\Gamma$  y  $\neg\alpha$  es consistente, y no existe una inconsistencia entre la teoría y reportes/descripciones observacionales.

---

<sup>23</sup> Por ejemplo, márgenes de error específicos, y la asunción de que al violarse estos márgenes el resultado se interpreta como  $\neg\alpha$ .

Por otro lado, lo que aquí hemos llamado *falsas predicciones*, parece comportarse, al menos en términos generales, de manera afín a las *inconsistencias tipo 2* puesto que, para este tipo de anomalías:

- a') La teoría  $\Gamma$  explica  $\alpha$  y además la predice o la explica.
- b') Dentro del dominio de investigación relevante para  $\Gamma$ , existe un *supuesto* que permite interpretar ciertos resultados de observación como  $\neg\alpha$ .
- c') Por (a') y (b'), si se tiene  $\Gamma \models \alpha$  y, a través de la observación experimental, se reporta  $\neg\alpha$ ,  $\Gamma$  es una teoría inconsistente con los resultados observacionales.

La relevancia de la selección de un tipo de anomalía hecha a lo largo de este apartado, consiste en ofrecer un marco conceptual que permita, en secciones posteriores, la interpretación la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton como un caso de las inconsistencias de tipo 2.

#### IV. La Anomalía del Corrimiento del Perihelio de Mercurio

Ahora bien, para poder defender que es posible identificar la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton como una instancia del segundo estadio de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* (tesis 2, sección I, Capítulo 4), será necesario primero dar cuenta del caso y mostrarlo como una *TeIF*, para justificar que sea relevante estudiarlo como una instancia de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, para en los apartados siguientes, discutir si dicha identificación es posible o si no lo es.

De acuerdo con las leyes de Kepler y la teoría gravitacional de Newton (contenida en la mecánica Newtoniana), los planetas giran alrededor del Sol siguiendo una trayectoria elíptica y cerrada, y una vez dada una vuelta, siempre pasan por el punto de partida.

Las órbitas de los planetas tienen formas elípticas en las que el Sol está en uno de sus focos; cuando el planeta se encuentra más cercano a esta estrella se dice que está en el *perihelio*, y cuando se aleja lo más posible, se dice que está en el *afelio*. La idea fundamental sobre el movimiento de las orbitas de los planetas es que, mientras más cerca del Sol está el planeta, va más rápido, y mientras más lejos se encuentra, su velocidad disminuye. Por tanto, en el caso de Mercurio, la órbita se debería verse como una instancia del siguiente diagrama:

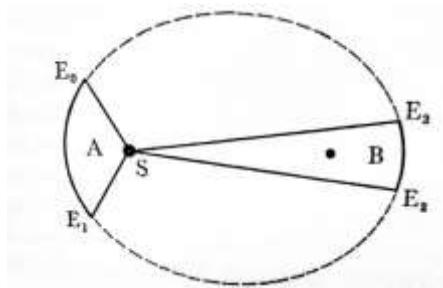


Figura 4.2. Órbita de los planetas.  
 Donde, A (E0 –E1-S) representa el perihelio,  
 y B (E2-E3-S) el afelio de la órbita de Mercurio.  
 (O'Neil, 1969; p.48)

La estrecha relación entre las leyes de Kepler y la mecánica de Newton, hacía posible que los astrónomos y los físicos de la época dispusieran de un catálogo de nuevos fenómenos y nuevas explicaciones, que posibilitaban, a la larga, un incremento en las predicciones y los grados de precisión de las mismas. Entre los nuevos fenómenos descritos por la teoría Newtoniana se encontraban:

el ligero abultamiento de la Tierra a la altura del Ecuador y la inclinación de su eje hacia el plano de la Eclíptica, la fuerza gravitatoria ocasionaría un ligero bamboleo en su eje de rotación. Esto se manifiesta en la precesión de los equinoccios. Un efecto similar puede ser visto en la retrogresión de los nodos de la Luna. (...) La teoría mecánica Newtoniana es considerada como una explicación de todos los fenómenos mencionados porque la mayoría de ellos, son deducibles a partir de dicha teoría. Ellos se siguen a partir de ella, de la misma manera general en la que los teoremas de la geometría se siguen de los axiomas” (O’Neil, 1969; p.55. Mi traducción.)

Lo cual nos permite asumir a la teoría gravitatoria de Newton como una teoría con un alto nivel de adecuación fáctica, pues habla de un dominio empírico particular de tal forma que explicar, predecir, medir y experimentar con fenómenos que pertenecen a dicho dominio. Del mismo modo, podemos asumirla como una teoría simple, pues ordena fenómenos que antes solamente podían tratarse por separado, y también como una teoría fecunda, pues ofrece a su dominio de investigación, nuevos problemas y nuevas estrategias para resolver conflictos altamente relevantes en su disciplina. Ergo, podemos sostener que la mecánica newtoniana satisface los criterios de una *Teoría empírica Funcional*.

Sin embargo, y a pesar del éxito de la mecánica newtoniana, en 1859, Le Verrier descubrió que órbita de Mercurio manifestaba un problema: una vez dada una vuelta, no volvía a pasar por el mismo punto en su órbita. El astrónomo francés notó que el perihelio de Mercurio se desplazaba. La siguiente imagen ilustra tal fenómeno, donde P representa la región del Perihelio, S representa al Sol y M a Mercurio:

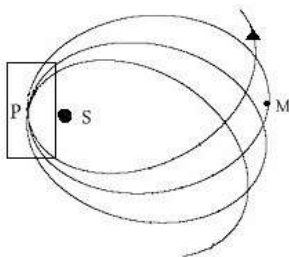


Figura 4.3. Anomalía del Perihelio de Mercurio

El problema radicaba en que, si bien todos los planetas presentan una precesión de su perihelio (esto es, un corrimiento), el caso de Mercurio destacaba de forma sorprendente. En 1859, Le Verrier anunció que la diferencia entre la predicción y los reportes observacionales sobre la órbita de Mercurio era de 38 segundos de arco por siglo; sin embargo, en 1882, Newcomb corrigió el valor de la diferencia, valuándola en 43 segundos de arco por siglo (Cfse.

Harper, 2007; p. 937). Según las leyes de Newton, la elipse de su órbita debía girar a razón de 575 segundos de arco por siglo, pero en la observación se había notado que lo hacía a razón de 532 segundos de arco por siglo.

Se ofrecieron distintas hipótesis auxiliares; dos líneas de investigación fueron abiertas a partir de la detección del corrimiento de la órbita de Mercurio: una buscaba privilegiar la teoría tal como se conocía hasta el momento, la otra, privilegiaba los datos de la observación y sugería modificar algunos supuestos teóricos:

Una de las explicaciones era la existencia de un nuevo planeta<sup>24</sup>, misma que podría dar cuenta de la anomalía de la órbita de Mercurio aun en el contexto de las leyes de Newton. Otras líneas de investigación consideraron la modificación o la reinterpretación de la ley Newtoniana de la gravitación, de tal forma que se pudiera calcular la precesión de la órbita de Mercurio con la distribución de las masas del sistema solar conocidas hasta el momento (Giné, 2007; p.1. Mi traducción.).

Sin embargo, y a pesar de la pluralidad de alternativas, el problema no vio su solución sino hasta la aparición de la teoría de la Relatividad de Einstein.

## V. Mercurio como Inconsistencia tipo 2

Descrita ya la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton, y para poder defender la tesis 2 (sección I, Capítulo 4), en lo que sigue, será mandatorio discutir a favor de dos puntos básicos:

- i) Existe al menos una razón para interpretar que la elipse de la órbita de Mercurio girara a razón de 532 segundos de arco por siglo como  $-\alpha$ .
- ii) Que si (i) es el caso y la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton presenta una inconsistencia, ésta involucra exclusivamente una consecuencia observacional ( $\alpha$ ) y un reporte/descripción observacional ( $-\alpha$ ).

Por un lado, sobre (i), basta decir que, dado que la diferencia entre los resultados de la predicción y los de la observación experimental era notablemente mayor a lo que en esa época era relevante considerar como *margen de error* (determinado a través del análisis de las precesiones de los perihelios de los otros planetas), es plausible, asumir a la consecuencia observacional de  $\Gamma$  como  $\alpha$  y a los reportes observacionales como su negación.

Por otro lado, con respecto de (ii), primero es necesario ofrecer una cláusula que nos permita decidir ciertos casos de anomalías ya sea como inconsistencias entre la teoría y los

---

<sup>24</sup> Esta hipótesis sobre la existencia de un nuevo planeta, llamado en ese entonces 'Vulcano', era una de las hipótesis auxiliares más prometedoras, pues cuando la teoría de la gravitación de Newton había fallado años atrás al predecir la órbita de Urano, la anomalía se había resuelto con la postulación de la existencia de otro planeta (Neptuno), mismo que posteriormente había sido hallado y dado que su órbita era explicada a través de la teoría de Newton, se había convertido en una instancia positiva de la teoría en cuestión. Este evento hacía que los astrónomos confiaran en que la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio era un caso similar.

resultados observacionales, o como inconsistencias entre la teoría en cuestión y teorías auxiliares para la medición o experimentación, u otro tipo de entidades teóricas distinto de reportes observacionales. A esta cláusula la llamaremos *Criterio de Independencia Observacional*, y la definiremos como sigue:

**Criterio de Independencia Observacional:** El grupo de proposiciones que subyacen en el diseño de los instrumentos y los métodos empleados para evaluar las consecuencias observacionales de  $\Gamma$ , idealmente, se logran de una manera total (o mayormente) diferente de las proposiciones que se emplean para definir la teoría en cuestión (Cfse. Hacking, 1996; p.195-214)

La inclusión de un criterio de independencia tal que estipule que, en la medida de lo posible, “algo cuenta como observación más bien que como inferencia cuando (...) el grupo de teorías en las que descansa no están entrelazadas con los hechos acerca del tema de estudio” (Hacking, 1996; p.214) es indispensable para descartar casos donde la inconsistencia proviene o del interior de la teoría ( $\Gamma$ ), o de la relación entre un supuesto de  $\Gamma$  con uno empleado para en el diseño del experimento, o de la relación entre un supuesto de  $\Gamma$  y uno de una de las teorías empleadas para la interpretación de los resultados de observación, mismos que no satisfacen los criterios básicos del segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*

La idea general detrás de la postulación del Criterio de Independencia Observacional es que, si podemos dar cuenta de un reporte/descripción observacional  $\neg\alpha$ , a través de al menos un camino que no asuma la teoría que se está evaluando, entonces podemos confiar en la legitimidad de la inconsistencia, como un conflicto entre la teoría y los resultados de la observación.

Ahora bien, y sobre la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton, dado que hemos dicho que la teoría satisfacía un criterio mínimo de adecuación fáctica, que ordenaba y agrupaba fenómenos que antes solamente podían tratarse por separado (simplicidad), y que así mismo, permitía tratar dificultades relevantes para sus antecesoras, así como que ofrecía tanto nuevos problemas, como nuevas estrategias para resolver conflictos altamente relevantes en su disciplina (fecundidad); entonces, podemos decir que la teoría gravitatoria de Newton puede ser considerada como una teoría empírica funcional, que de ser inconsistente, sería un legítimo objeto de análisis para la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

En adición a lo anterior, hemos defendido que apelando a la clara violación de los márgenes de error pertinentes cometida por la teoría y manifiesta a través de la diferencia entre las predicciones de  $\Gamma$  y los reportes/descripciones observacionales, es plausible identificar a la consecuencia observacional como  $\alpha$  y al resultado de la observación experimental como su negación; por tanto, la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton puede ser entendida como una *TeIF*.

Una vez dicho esto, y considerando que los resultados de observación sobre la órbita de Mercurio son obtenidos a partir de recursos teóricos, metodológicos y experimentales que no involucran explícitamente a la teoría gravitatoria de Newton, entonces podemos sostener que, al menos en un primer momento, la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio, muestra



una relación de inconsistencia entre la teoría y los reportes/descripciones observacionales; luego, es una instancia del segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Diagramaremos el caso como sigue:

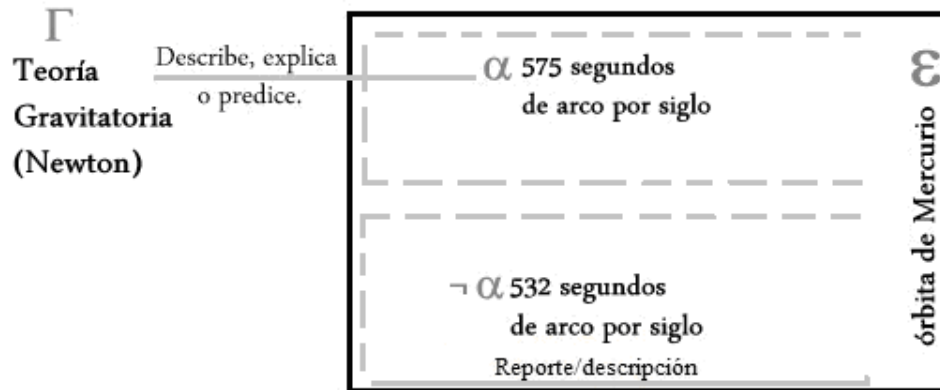


Figura 4.4 . Inconsistencia tipo (2) Perihelio de Mercurio.

Donde, una de las consecuencias observacionales de la aplicación de la teoría gravitatoria de Newton ( $\Gamma$ ) al estudio de los cuerpos celestes, en particular, al estudio de la órbita de Mercurio (dominio empírico  $\epsilon$ ), es que esta gira a razón de 575 segundos de arco por siglo ( $\alpha$ ), y donde los reportes-descripciones observacionales dicen que lo hace a razón de 532 segundos de arco por siglo ( $\neg\alpha$ ); y donde además, no es necesario incluir las teorías involucradas en el diseño de los instrumentos de observación pues no incluyen ni suponen  $\Gamma$ .

Ahora bien, parece que, dada la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* presentada a lo largo del Capítulo 2, hemos descrito a detalle un caso que satisface el segundo tipo de esta clasificación, a saber, la anomalía de la teoría gravitatoria de Newton con respecto a la órbita de Mercurio; donde este ejemplo reveló que, al menos para dar cuenta de casos similares, la clasificación es exitosa, pues al caracterizar los conflictos entre teoría-observación (afines al que presenta la teoría gravitatoria de Newton), la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* atrapa todos los elementos relevantes involucrados en la inconsistencia .

## VI. Consideraciones finales.

En resumen, existe una interpretación del término *anomalía* en filosofía de la ciencia, tal que coincide con el segundo tipo de inconsistencias ofrecido por la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*. Esta interpretación –que aquí ha sido llamada *falsa predicción*– supone que en la base de la inconsistencia entre la teoría y los resultados observacionales se encuentran presentes:

- a) una consecuencia observacional  $\alpha$ ,
- b) una teoría empírica  $\Gamma$  tal que implica  $\alpha$ ,
- c) al menos un supuesto metodológico que permite entender a  $\alpha$  como la prohibición de  $\neg\alpha$ ,  
y
- d) un reporte o descripción observacional  $\neg\alpha$ .

Además, a través de la incorporación de un requerimiento de independencia observacional (Criterio de Independencia Observacional), hemos podido presentar a la anomalía

de la teoría gravitatoria de Newton como una instancia del segundo tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

De acuerdo con las leyes de Kepler y la teoría gravitacional de Newton, los planetas giran alrededor del Sol siguiendo una trayectoria elíptica y cerrada, y una vez dada una vuelta, siempre pasan por el punto de partida. Cuando la teoría gravitatoria de Newton es empleada para el estudio de la órbita de Mercurio, la predicción que se obtiene es que la órbita de este planeta gira a razón de 575 segundos de arco por siglo ( $\alpha$ ). Sin embargo, a través de la observación experimental, se reporta que esta órbita gira razón de 532 segundos de arco por siglo.

Dado que la diferencia entre la predicción y los resultados observacionales es mayor a lo que en esa época era relevante considerar como margen de error, es posible entender al reporte observacional como  $-\alpha$ . Así mismo, debido a que los instrumentos y las teorías involucradas tanto en el diseño de los instrumentos de observación, como en la interpretación de los resultados observacionales, no incluyen la teoría gravitatoria de Newton, el criterio de independencia observacional se satisface y es posible defender que la relación de inconsistencia involucra exclusivamente a la teoría empírica en cuestión y a un resultado de observación específico.

Por último, si bien la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* puede dar cuenta de ciertos casos que involucran conflictos con la observación, en el Capítulo 6 presentaremos un contraejemplo al éxito de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* con respecto a este tipo de inconsistencias.

## Capítulo 5. Inconsistencias tipo 3:

### Modelos nucleares y teorías 'movilistas' y 'permanentistas'.

#### I. Introducción.

Asumiendo que en las ciencias empíricas, las diferentes disciplinas y dominios de investigación nunca son del todo independientes uno del otro, por tanto, resulta deseable que, al menos, los supuestos de nuestras teorías científicas en uso se encuentren en sincronía entre ellos; sin embargo, no siempre las teorías de las que disponemos son compatibles unas con otras.

Por ejemplo, durante el siglo XX, el debate sobre la deriva continental permitió que dentro de la geofísica se gestaran dos tipos de teorías contradictorias: por un lado, se encontraban las posturas permanentistas, que negaban desplazamientos horizontales de la corteza terrestre, y por el otro, las teorías movilistas que asumían como fundamental este tipo de movimientos (Frankel, 1988; Weber y Šešelja, 2011). De igual forma, algunos de los modelos de los cuales disponemos actualmente para dar cuenta del comportamiento de los núcleos atómicos, han resultado ser incompatibles entre ellos (Cook, 2010; Morrison, 2011); en lo que sigue presentaremos ambos casos, y sostendremos que es plausible asumirlos como instancias del tercer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

En capítulos anteriores hemos dicho que existe un tipo de inconsistencias que surge al relacionar dos teorías que en algún sentido hablan del mismo dominio empírico, las inconsistencias de este tipo son “menos frecuente que las otras, pero ciertamente ocurren. Esto pasa cuando tenemos dos teorías bien recibidas, T1 y T2, que tienen consecuencias mutuamente inconsistentes.” (Priest, 2002; p. 122). A estos casos, las hemos nombrado *inconsistencias tipo 3* según la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Sin embargo, las inconsistencias entre teorías del mismo dominio de investigación pueden presentarse en dos modos distintos a) y b) (Priest, 2002; Davey, 2014):

- a) Dos (o más) teorías pueden hablar efectivamente del mismo dominio empírico y cada una tener supuestos básicos que contradicen a los de la otra teoría. A partir de esto, hemos caracterizado un subtipo de inconsistencias entre teorías como sigue:

**Inconsistencia tipo 3 (a):** Dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ , (tal que  $\Gamma$  y  $\Delta$  hayan sido bien recibidas por la comunidad científica pertinente), que ambas tengan consecuencias observacionales consistentes, tales como  $\beta$ ;  $\Gamma$  asume como supuesto básico  $\alpha$ , y  $\Delta$  asume  $\neg\alpha$ .

- b) Dos teorías hacen predicciones o descripciones empíricas particulares tales que son contradictorias entre ellas. A partir de esta idea, hemos caracterizado un segundo subtipo de inconsistencias como sigue:

**Inconsistencia tipo 3 (b):** Dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ , (tal que  $\Gamma$  y  $\Delta$  hayan sido bien recibidas por la comunidad científica pertinente), una tiene como consecuencia observacional  $\alpha$  y la otra,  $\neg\alpha$ .

Ahora bien, y con la finalidad de profundizar en dos casos históricos que ilustren inconsistencias entre teorías empíricas, será necesario revelar cinco tesis que se buscará defender a lo largo de este capítulo:

- 1) Dada la caracterización que hemos ofrecido de *inconsistencias de tipo 3* (Capítulo 2), este tipo de inconsistencias (en sentido general) corresponde a una de las instancias de lo que Laudan (1977) describe como *Problemas Conceptuales Externos*.
- 2) Sin embargo, y a pesar de (1), dentro de las *inconsistencias tipo 3* es posible identificar dos niveles distintos –3 (a) y 3 (b)-, y dadas las diferencias que existen entre ellos, es posible ofrecer dos clases diferentes de ejemplos.
- 3) Bajo el supuesto de (2), sobre las diferencias entre 3(a) y 3(b), es posible identificar la tensión entre los distintos modelos del núcleo atómico, como un caso que ilustra de manera satisfactoria las inconsistencias de tipo 3(a).
- 4) Bajo el supuesto de (2), es posible identificar a la relación entre teorías ‘permanentistas’ y ‘movilistas’ en la geofísica del siglo XX como un caso que ilustra las inconsistencias de tipo 3(b)<sup>25</sup>.
- 5) Por último, si (3) y (4), entonces el tercer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*, da cuenta satisfactoriamente de dos casos representativos de inconsistencias en la filosofía de la ciencia.

Para defender (1), presentaremos lo que Laudan entiende por *Problemas Conceptuales Externos*, y sostendremos que las inconsistencias de tipo 3, se comportan –en sentido general– como una instancia de tal clase de problemas.

Después, y para argumentar a favor de (2), presentaremos las diferencias entre inconsistencias de tipo 3(a) y 3(b), según la distinción ofrecida por Kevin Davey (2014). Luego, con la finalidad de defender (3) y (4), daremos cuenta de la tensión entre algunos modelos del núcleo atómico de la física nuclear y del debate entre las teorías ‘permanentistas’ y ‘movilistas’ en la geofísica del siglo XX, respectivamente. Por último trazaremos algunas conclusiones con respecto a la relevancia de estos casos para determinar los alcances de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*.

## II. Problemas Conceptuales Externos

---

<sup>25</sup> En Davey (2014) se sugiere que la distinción entre 3(a) y 3 (b) está estrechamente relacionada con la disciplina a la que las teorías en cuestión pertenecen, de hecho, se enfatiza que en uno de los tipos (en este caso 3 (b)) las teorías involucradas deben pertenecer a distintas disciplinas; hemos elegido este caso histórico para mostrar que tal distinción no es necesaria al momento de identificar inconsistencias a nivel de consecuencias observacionales entre dos teorías, pues tanto las alternativas ‘permanentistas’ como las ‘movilistas’, eran parte de la geofísica del siglo XX.

Como hemos dicho ya, en *Progress and Its Problems*, Laudan (1977) asume que si la función básica de la ciencia es resolver problemas, entonces, con respecto a las ciencias empíricas, podemos distinguir dos tipos de problemas básicos: problemas empíricos y problemas conceptuales. Los primeros, refieren a la forma en la que esperamos que nuestras teorías se relacionen con fenómenos de un dominio empírico específico, y a la forma en la que de hecho lo hacen. Los segundos, por otro lado, son problemas que para ser resueltos suponen investigar y argumentar sobre cuestiones de *orden superior* (por ejemplo, sobre los valores teóricos que las teorías satisfacen, sobre las estructuras conceptuales de dichas teorías, entre otras). En lo que sigue daremos cuenta de los diferentes tipos de *problemas conceptuales*, y sostendremos que uno de ellos coincide con la caracterización ofrecida antes de *inconsistencias tipo 3*.

Primero, los problemas conceptuales de una teoría empírica T, pueden surgir de dos formas distintas:

1. Cuando T exhibe inconsistencias internas, o cuando las categorías básicas de análisis son vagas y poco claras; estos casos son *problemas conceptuales internos*.
2. Cuando T se encuentra en conflicto con otra teoría o doctrina T', misma que los defensores de T creen racionalmente fundamentada; estos son *problemas conceptuales externos*." (Laudan, 1977; p. 49)

Luego, dado que las *inconsistencias tipo 3* reflejan una tensión entre al menos dos teorías distintas, en lo que sigue, nos ocuparemos de describir únicamente los *problemas conceptuales externos*.

Los *problemas conceptuales externos*, según Laudan, pueden ser de, al menos, tres tipos distintos:

**Ausencia de Refuerzo:** Estos problemas aparecen cuando se espera que una teoría T' refuerce una teoría T, pero falla al hacerlo y resulta ser solamente compatible con ella.

Por ejemplo, "actualmente. (...) es deseable que la química busque en la física ideas sobre las estructuras atómicas; y que la biología tienda a emplear conceptos de la química cuando hable de microestructuras orgánicas. La presentación de una teoría química que sea meramente compatible con la mecánica cuántica, pero que no utilice ninguno de los conceptos de la teoría cuántica, sería vista con malos ojos por la mayoría de los científicos modernos." (idem, p. 53. Mi traducción)

**Implausibilidad Mutua:** Estos problemas aparecen cuando dadas dos teorías, estas son lógicamente compatibles, pero mutuamente implausibles, es decir, los supuestos de una son asumidos como poco probables por la otra.

Por ejemplo, a pesar de que la física newtoniana y la fisiología (cartesiana) del siglo XVII, fueran lógicamente compatibles; la fisiología sostenía que los fenómenos de colisión eran determinantes para el cambio orgánico, y la física newtoniana defendía que era mínimo el número de sistemas físicos cuyos procesos dependían exclusivamente de los impactos entre partículas, lo cual hacía poco probable explicar el funcionamiento de los organismos vivos a través del fenómeno de la colisión (Cfse. Laudan, 1977; p. 52).

**Inconsistencia Lógica:** Estos problemas aparecen cuando existe una tensión entre dos teorías, tal que tiene forma de una contradicción lógica; ambas teorías son mutuamente incompatibles.

Un ejemplo de este tipo de problemas es la tensión que, durante el siglo XIX, existió entre la recibida termodinámica y la teoría evolucionista, cuando ambas dieran cuenta de la edad de la tierra. Por un lado, la teoría evolucionista asumía que la tierra tenía cientos de millones de años, mientras que la termodinámica defendía que esto era imposible, pues el sol, y por tanto la tierra, no podían ser tan viejos (Cfse. Laudan, 1977; Priest, 2002).

Sobre este tipo de problemas, Laudan agrega que “Si dos teorías científicas son mutuamente inconsistentes o implausibles, existe una fuerte presuposición de que al menos una de ellas debe ser abandonada. (...) Lo que es más interesante es el hecho de que, de un par inconsistente de teorías, uno generalmente no puede simplemente desechar una o la otra sin causar estragos al resto del conocimiento científico” (Laudan, 1977; p. 56. Mi traducción).

Una vez ofrecidas las tres caracterizaciones de problemas conceptuales externos, resulta claro que es el tercer tipo el que coincide, en sentido general, con las *inconsistencias tipo 3* de la *CE*, pues retrata una tensión entre distintas teorías científicas; sin embargo, la pregunta es ¿el enfoque ofrecido por Laudan nos permite legítimamente describir tanto las inconsistencias 3(a), como 3(b)? En la siguiente sección intentaremos responder a tal interrogante.

### III. Inconsistencias tipo 3 (a) y 3 (b).

Hasta este momento, hemos dicho que las *inconsistencias del tipo 3* de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* pueden involucrar un conflicto entre dos teorías que ya sea (a) hablen efectivamente del mismo dominio empírico pero tengan supuesto básicos contradictorios, o que (b) ofrezcan predicciones o descripciones empíricas particulares tales que son contradictorias entre ellas. Del mismo modo, hemos revisado el acercamiento que hace Laudan a los problemas conceptuales externos y hemos identificado una instancia de estos (las *inconsistencias lógicas*) con nuestro tercer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Ahora bien, nuestras consideraciones sobre las teorías empíricas que nos llevan a distinguir entre supuestos básicos de las teorías y sus consecuencias observacionales, nos permitirán hacer un análisis más puntual de las inconsistencias entre dos teorías, del ofrecido por Laudan (1977). En lo que sigue, un poco más sobre la distinción entre *inconsistencias tipo 3(a)* e *inconsistencias tipo 3(b)*.

Dadas nuestras caracterizaciones de *TeIF* (capítulo 1) y del tercer tipo de inconsistencias según la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* (Capítulo 2), es posible distinguir entre casos donde son los supuestos básicos de una teoría los que entran en conflicto con los supuestos básicos de otra, y casos donde son las explicaciones o descripciones sobre el dominio empírico que hace cada una de las teorías en cuestión, los que se contradicen con el mismo tipo de explicaciones o descripciones de la otra teoría.

Para identificar casos donde dos teorías hablan efectivamente del mismo dominio empírico pero sus supuestos básicos contradicen a los supuestos básicos de la otra –*inconsistencias tipo 3(a)*–, es necesario ser capaces de distinguir los supuestos básicos de ambas teorías y detectar un

conflicto entre ellos; sin embargo, cuando hablamos de este tipo de contradicciones, no se pide que estos supuestos tengan, necesariamente, consecuencias observacionales explícitas, y por tanto, no se requiere que la inconsistencia también se exprese al hacer predicciones o descripciones sobre el dominio empírico involucrado.

Por otro lado, y para identificar casos de *inconsistencias tipo 3 (b)*, es necesario rastrear la inconsistencia al hablar de las consecuencias observacionales de las teorías involucradas; por ejemplo, si bien puede existir una contradicción entre los supuestos básicos de la teoría evolucionista y la termodinámica del siglo XIX, lo que es característico de este caso, es que el conflicto también se hereda a nivel de las predicciones y descripciones empíricas que cada una de las teorías hace, y es ahí, donde son explícita y mutuamente inconsistentes.

Ergo, si sostenemos que la distinción entre 3(a) y 3(b) tiene como justificación, entonces parece que tal separación podría ayudar a distinguir entre tipos de inconsistencias cuando dos teorías empíricas son evaluadas en conjunto, siendo el resultado que podamos reconocer dos subtipos de inconsistencias del tipo 3:

**Inconsistencias tipo 3 (a):** Dos (o más) teorías tienen supuestos básicos que contradicen a los de la otra teoría, mismos que pueden o no tener consecuencias observacionales que contradigan las consecuencias observacionales de la teoría *rival*.

**Inconsistencias tipo 3 (b):** Dos teorías hacen predicciones o descripciones empíricas particulares tales que son contradictorias entre ellas (y es posible, o no, identificar un conflicto entre los supuestos básicos de una de las teorías y los supuestos básicos de la otra).

Finalmente, esta descripción nos deja con una interrogante: ¿es posible encontrar casos históricos que satisfagan las condiciones de las *inconsistencias tipo 3 (a)* y tipo 3 (b)? En la siguiente sección intentaremos responder este cuestionamiento.

La relevancia de distinguir entre subtipos de inconsistencias entre teorías empíricas, consiste en ofrecer un marco conceptual que permita, en secciones posteriores, la interpretación de la tensión entre los distintos modelos del núcleo atómico y de la relación entre teorías 'permanentistas' y 'movilistas' en la geofísica del siglo XX como casos que ilustren de manera satisfactoria las inconsistencias de tipo 3(a) y 3(b), respectivamente.

#### **IV. Modelos del núcleo atómico**

Ahora bien, para poder defender que es posible identificar la tensión entre los distintos modelos del núcleo atómico como una instancia de las *inconsistencias tipo 3(a)* (Sección I, tesis 3), será necesario primero dar cuenta del caso y describir las teorías involucradas como *Teorías empíricas Funcionales*, para justificar que sea relevante estudiar su interacción como una instancia de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

En 1911, E. Rutherford, H. Geiger y E. Marsden realizaron un experimento<sup>26</sup> cuyas conclusiones requerían que se asumiera que el núcleo del átomo se encuentra en la parte central de éste, que tiene carga positiva y que los electrones se encuentran girando en órbitas circulares alrededor del mismo (pero también, muy alejados del núcleo). Dos años después, en 1913, Bohr reafirmó que los electrones deben girar alrededor del núcleo del átomo, y postuló que este movimiento debe llevarse a cabo a grandes velocidades. A partir de ese momento, distintos modelos atómicos han sido propuestos, y más importante -para los fines de esta investigación-, diversos modelos del núcleo atómico han sido ofrecidos.

En la actualidad, la física nuclear brinda una gama de modelos parciales para describir el comportamiento del núcleo del átomo, y sobre todo, para generar predicciones al respecto. Estos modelos, en tanto que parciales, se tienden a asumir como complementarios, si aceptamos que el núcleo atómico puede tener diversos tipos de comportamiento, y dado que no disponemos aún de una teoría que los englobe todos; es comprensible que, en algunas condiciones y para ciertos fines, el núcleo atómico se describa de forma clásica y en otros casos, como de manera alternativa.

Ahora bien, la diversidad de modelos para la descripción del núcleo atómico puede depender ya sea del tipo de estado en el que se asuma se encuentra la materia nuclear (líquido, gaseoso o semisólido), o del tipo de fuerza que asumamos determina el comportamiento del núcleo atómico (fuerzas electromagnética o nuclear fuerte, o fuerza nuclear débil) (Cfse. Morrison 2011). Se dispone de una gran cantidad de modelos del núcleo atómico, algunos de ellos fueron clasificados por Greiner & Maruhn (1996) de la siguiente manera:

---

<sup>26</sup>El experimento consistía en bombardear hojas laminadas de oro con partículas alfa (que se obtenían a partir de la desintegración de Polonio) y observar si la lámina afectaba la trayectoria de dichas partículas; para la detección de estas últimas, se usó una pantalla con sulfuro de zinc que producía destellos cada vez que una partícula alfa tenía contacto con él. En la observación experimental, se reportó que en muy pocas ocasiones las partículas habían rebotado contra la lámina, y que en la mayoría de los casos, la hoja había sido atravesada por las partículas enviadas.



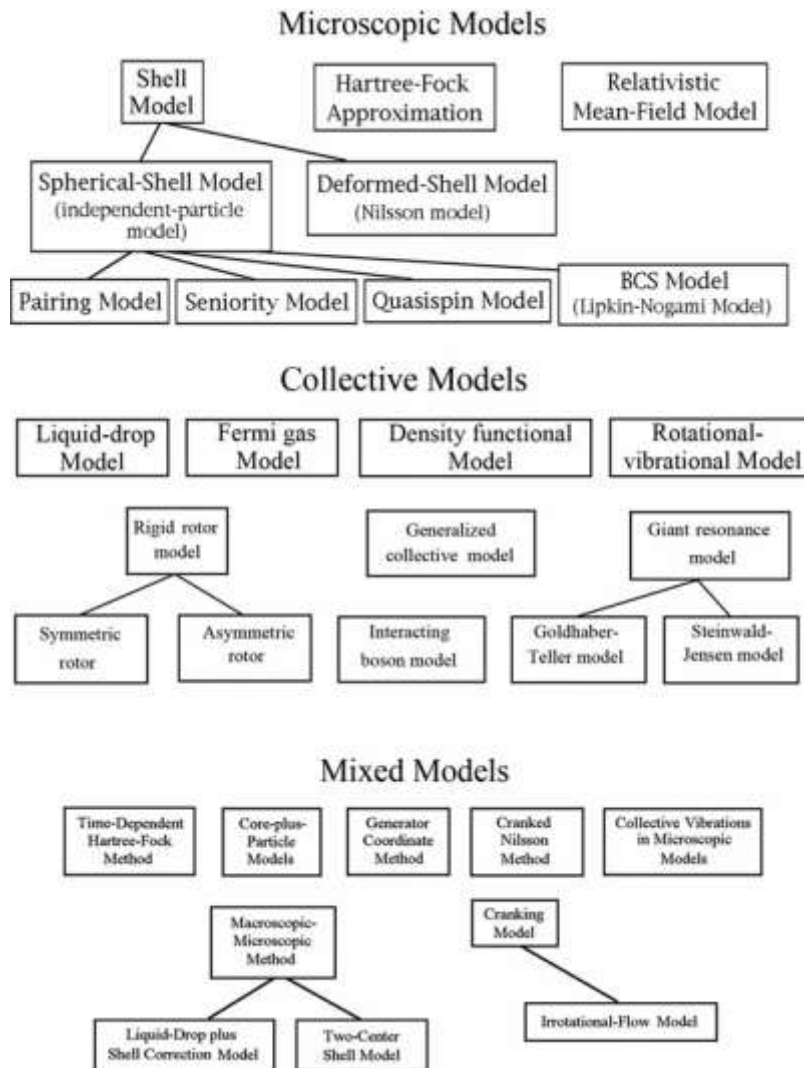


Figura 5.1. Resumen de las tres clases de modelos nucleares

(Greiner and Maruhn, 1996, en Cook 2010).

Una vez vistos los 31 modelos representados en la figura 5.1, resultaría sencillo pensar que al menos dos de ellos sean mutuamente incompatibles en algún sentido, pues, dado que buscan describir distintos estados o comportamientos del núcleo atómico, no es difícil comprender que lo hagan de maneras que no necesariamente arrojen resultados observacionales consistentes entre ellos; sin embargo, el problema va más allá del uso de idealizaciones diversas, y consiste en que los supuestos básicos de algunos de esos modelos, van en contra de los supuestos básicos de otros (profundizaremos en esta idea más adelante).

Actualmente, los modelos más antiguos y comunes para la descripción del núcleo atómico son el modelo de la gota líquida y el modelo de capas; el primero describe solamente las energías de enlace entre neutrones y protones, y los aspectos de los estados de excitación de un núcleo atómico que se reflejan en los espectros nucleares, este modelo, supone que el núcleo se comporta como un fluido clásico. Este modelo fue diseñado para explicar las propiedades de las

colecciones de mediano y gran tamaño de nucleones; y además de describir al núcleo de forma clásica, respeta el principio de exclusión de Pauli<sup>27</sup>. Así mismo, el modelo de la gota líquida, ofrece una manera de determinar la cantidad de energía que se necesita para ligar los nucleones del átomo de forma estable; sin embargo, la descripción cuantitativa que este mismo modelo proporciona, con respecto a la fuerza nuclear que surge de la reacción entre nucleones, es incompatible con lo que es comúnmente aceptado sobre los núcleos atómicos (Cfse. Morrison, 2011).

Por otro lado, el modelo de capas, busca dar cuenta de la estructura interna del núcleo en lo que se conoce como *momento angular*, así mismo, este modelo ayuda a explicar los casos donde la estabilidad de cierto tipo de átomos es mayor a la de otros. Algunos de los supuestos fundamentales de este modelo incluyen asumir que los nucleones se agrupan en capas (en sentido abstracto y no como capas físicas), que cada una de estas capas está formada por un conjunto de estados cuánticos con energías similares, y que la diferencia de energía entre dos capas es mayor a las variaciones de las energías internas de cada capa.

Los supuestos básicos del modelo de capas, pueden ser expuestos como sigue:

- (1) El núcleo atómico es un sistema cuántico de n-cuerpos.
- (2) El núcleo atómico no es un objeto relativista y su ecuación de movimiento (la ecuación de onda del sistema) es la ecuación de Schrodinger.
- (3) El núcleo interactúa solamente a través de interacciones de 2-cuerpos lo cual es, en efecto, una consecuencia práctica del principio de exclusión. (...)
- (4) Por simplicidad los nucleones se consideran objetos puntuales (Morrison 2011; p.349. Mi traducción.)

Ahora, si comparamos estos dos modelos, el problema parece más o menos claro: ambos son eficientes para hacer predicciones sobre tipos de fenómenos distintos, incluso –bajo el supuesto de que los tipos de eventos que explican y predicen no son abarcados por el modelo rival- no es posible decir que uno prohíbe o contradice las predicciones del otro, esto es, no hay necesariamente una inconsistencia a nivel de predicciones; sin embargo, la forma en la que caracterizan inicialmente al núcleo atómico, es mutuamente inconsistente.

## V. Los modelos del núcleo atómico como inconsistencia tipo 3(a).

Descrita ya la compleja relación entre los modelos para la descripción del núcleo atómico., y para poder defender la tesis (3) (Sección I), en lo que sigue, será mandatorio discutir a favor de tres puntos básicos:

- i) Los modelos de la gota líquida y de capas pueden ser entendidos como *Teorías empíricas Funcionales*.

---

<sup>27</sup> El principio de exclusión de Pauli expresa que dos nucleones del mismo tipo, no pueden encontrarse en el mismo estado; esto es, que si dos fermiones tienen sus números cuánticos idénticos no pueden encontrarse en el mismo sistema cuántico ligado.

- ii) Disponemos de al menos una razón para interpretar que tensión que existe entre los modelos de la gota líquida y de capas puede entenderse como una inconsistencia.
- iii) Que si (ii) es el caso y la tensión entre estos modelos representa una inconsistencia, ésta involucra de forma clara, los supuestos básicos de ambos modelos.

Por un lado, sobre (i), basta decir que, debido a nuestra amplia concepción de *teoría empírica*, podemos asumir ambos modelos, para fines de esta investigación, como teorías empíricas, ya que describen de una manera eficiente un dominio empírico determinado, permiten hacer predicciones sobre fenómenos específicos de ese mismo dominio.

Luego, el modelo de la gota líquida permite describir las propiedades de las colecciones de mediano y gran tamaño de nucleones, explica la densidad nuclear constante de ciertos átomos, y en general es efectivo al dar cuenta de la fisión nuclear<sup>28</sup>, de los resultados experimentales sobre las energías de enlace nuclear, entre otras cosas. Por otro lado, el modelo de capas, explica la estructura interna del núcleo en su momento angular, ayuda a explicar los casos donde la estabilidad de cierto tipo de átomos es mayor a la de otros, entre otras cosas. Por tanto, ambos modelos satisfacen el criterio de adecuación empírica, al describir y explicar efectivamente ciertos fenómenos sobre el núcleo atómico; del mismo modo, son simples y fecundos, en tanto que ordenan un grupo de aspectos fenomenológicos (que los modelos rivales no logran explicar) y permiten distinguir nuevas problemáticas, reconocer nuevos fenómenos, y parecen condición de posibilidad para la construcción de nuevas explicaciones sobre diversos aspectos fenomenológicos del núcleo atómico.

Ahora bien, el problema aparece cuando revisamos los alcances y limitaciones de cada uno de los modelos. Dado que sabemos que no disponemos de una teoría que nos explique de manera uniforme el comportamiento del núcleo atómico, es claro que debemos recurrir a modelos parciales si queremos predecir y describir la mayor cantidad de caras posibles del fenómeno; sin embargo, también parece intuitivo asumir que las limitaciones de cada uno de los modelos son vacíos explicativos sobre partes del fenómeno que otros modelos sí describen de afectiva y no prohibiciones sobre los supuestos básicos de los modelos alternativos.

A pesar de lo anterior, en este caso, cuando comparamos los modelos de la gota líquida y de capas, descubrimos que a nivel de supuestos básicos tenemos, al menos, dos presuposiciones que resultan contradictorias con sus pares del modelo rival: (a) la descripción que se ofrece del núcleo atómico, por un lado, está sujeta a los principios clásicos, mientras que por el otro, se encuentra ligada a la física cuántica. También podemos notar que (b) si bien el modelo de la gota líquida ayuda a predecir procesos como los de fisión nuclear, lo hace bajo el supuesto de que, a través de esta reacción, los núcleos se separan de forma simétrica; mientras que el modelo de capas asume la separación asimétrica desde el principio. (Cfse. Morrison, 2011; p. 350). Por tanto, si asumimos que la separación por fisión que es simétrica ( $\alpha$ ) no puede ser al mismo tiempo asimétrica ( $\neg\alpha$ ), entonces tenemos una contradicción entre los supuestos básicos de ambos modelos.

---

<sup>28</sup> La fisión nuclear es una reacción que tiene lugar en el núcleo atómico cuando éste se divide en –generalmente– dos núcleos pequeños.

Considerando que lo hasta ahora presentado, podemos sostener que, al menos en un primer momento, la tensión entre los modelos del núcleo atómico (el de la gota líquida y el de capas), ilustra una relación de inconsistencia entre dos teorías empíricas; luego, es una instancia del tercer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*, en específico, del tipo 3(a).

Diagramaremos el caso como sigue:

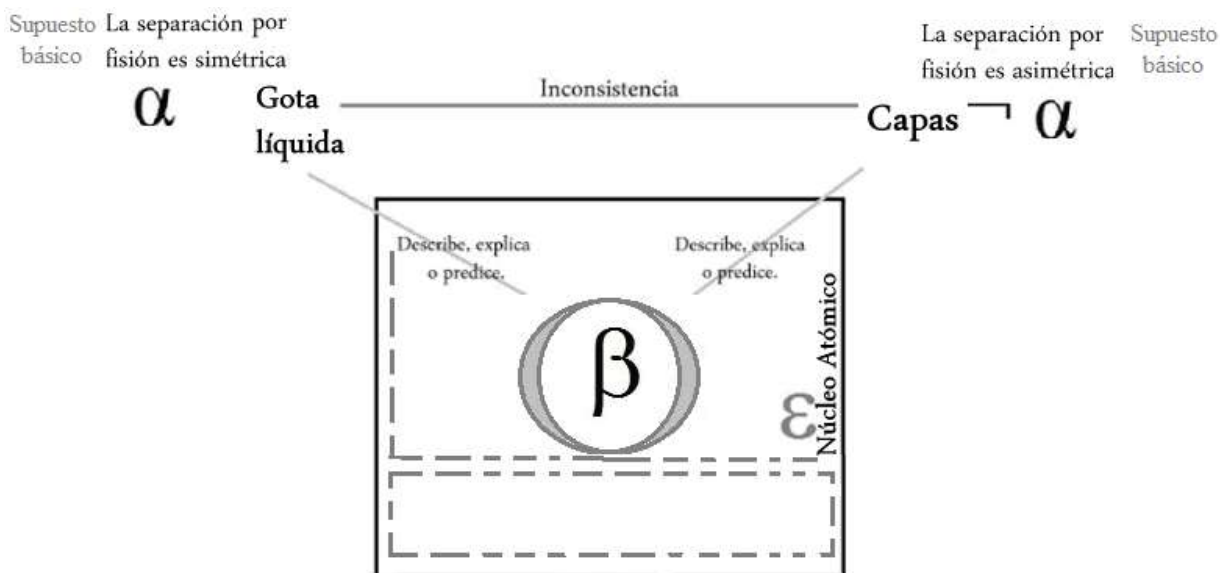


Figura 5.2. Inconsistencia 3(a) Modelos del núcleo atómico.

Ahora bien, parece que, dada la *Clasificación<sub>TEIF</sub>* presentada a lo largo del Capítulo 2, hemos encontrado un caso que satisface el tercer tipo de esta clasificación, a saber, la tensión entre los modelos del núcleo atómico; donde este ejemplo reveló que, al menos para dar cuenta de casos similares, la clasificación es exitosa, pues al caracterizar los conflictos entre ambos modelos, la descripción del tipo 3(a), ofrecida en el apartado III de este capítulo, atrapa todos los elementos relevantes involucrados en la inconsistencia.

## VI. Teorías Movilistas y Teorías Permanentistas

Para poder defender que es posible identificar la tensión entre las teorías permanentistas y movilistas en la geofísica del siglo XX como un caso que ilustra las inconsistencias de tipo 3(b) (Sección I, tesis 4), será indispensable dar cuenta del caso y describir las teorías involucradas como *Teorías empíricas Funcionales*, para justificar que sea relevante estudiar su interacción como una instancia de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*, para, por último, argumentar a favor de una relación de inconsistencia entre ellas.

A principios del siglo XX, en las ciencias de la Tierra (específicamente en la geofísica,) existían dos programas principales de investigación: el contraccionismo y el permanentismo;

El primero consideraba que la Tierra se ha contraído periódicamente desde su origen, con el resultado de que el fondo oceánico y los continentes se han

intercambiado a través de la historia del planeta. De acuerdo con el segundo, luego de una contracción original del material de los continentes y el fondo de los océanos según sus densidades, los océanos y continentes han permanecido siempre iguales. (Pérez-Malvárez, Bueno y Morrone, 2003; p. 3)

Primero, la teoría contraccionista más famosa es la de Suess, misma que no cancelaba la posibilidad de que en algún momento los continentes hubieran estado unidos (incluso la apoyaba fuertemente), además ofrecía explicaciones al fenómeno de la distribución de las especies. Sin embargo, la teoría de Suess sostenía la existencia de movimientos regulares de la corteza terrestre (que se explicaban apelando a la unión de un uniformitarismo<sup>29</sup> débil y de un catastrofismo<sup>30</sup> débil), así mismo defendía que los procesos de solidificación y contracción progresivos hicieron que los materiales rocosos más ligeros subieran a la superficie y que los más pesados se mantuvieran en las capas más profundas:

[L]os materiales rocosos más ligeros habían ido subiendo (...) provocando la aparición de rocas ígneas de tipo granítico y metamórficas, asociadas con sedimentos. Se designaban en conjunto por el término sial (que más tarde se cambió a sial), porque eran relativamente ricos en silicatos de aluminio con sodio y potasio. Subyacentes al sial, se encontraban rocas más densas llamadas conjuntamente sima, las cuales eran ricas en silicatos de hierro, calcio y magnesio. (Pérez-Malvárez, Bueno y Morrone, 2003; p. 3)

Por otro lado, las cordilleras habían surgido como arrugas resultado de los procesos de contracción postulados por la teoría de Suess, y los océanos –según la misma teoría– eran el resultado de “una presión general de arqueamiento que causó el colapso y la subsidencia de determinados sectores de la superficie de la Tierra (...) mientras que los continentes permanecían emergidos como bloques sin fallas” (ídem).

Sin embargo, con el descubrimiento del Radio (Ra) se hizo evidente que la hipótesis de que la Tierra se estuviera enfriando era implausible; pues es un elemento cuya desintegración genera calor de manera continua, y si el interior de la Tierra tuviera al menos la misma cantidad de radio que tienen las rocas de la corteza a las cuales tenemos acceso, el calor producido debería ser notablemente mayor al que nos es posible reconocer que se transporta hacia afuera. Así mismo, con el descubrimiento de la isostasia, las teorías contraccionistas, que sostenían la existencia de puentes intercontinentales, tuvieron que ser rechazadas pues:

Si las rocas de baja densidad de los desaparecidos puentes hubieran sido forzadas, de alguna forma, a sumergirse en el fondo marino más denso, los puentes tenderían a levantarse de nuevo. Sin embargo, ninguno de los hipotéticos puentes de Tierra han vuelto a emerger. Por lo tanto, se hace necesario postular la existencia de alguna fuerza colosal, no especificada, que siga manteniendo los puentes sumergidos. La

---

<sup>29</sup> “Doctrina según la cual los mismos procesos que actúan en el presente son los que han operado en el pasado” (Pérez-Malvárez, Bueno y Morrone, 2003; p. 3)

<sup>30</sup> Doctrina según la cual procesos radicalmente diferentes a los actuales actuaron en el pasado y definieron el estado actual de la tierra.

existencia de tal fuerza es improbable. A menos que de entrada se quisiera descartar los datos fósiles (Pérez-Malvárez, Bueno y Morrone, 2003; p. 7)

El fracaso de las teorías contraccionistas resultó en dos situaciones importantes: la motivación de alternativas tales como la teoría de la deriva continental y el fortalecimiento de teorías permanentistas. Sobre la primera de estas opciones, es importante centrarnos en la propuesta de Wegener (1912) según la cual “todos los continentes se habían encontrado unidos una vez, y que se habían separado y desplazado a través del suelo oceánico hasta ubicarse en sus actuales posiciones” (Weber y Šešelja, 2011, p.148. Mi traducción).

Según la teoría de la deriva continental, la Tierra estaba formada por capas de distintas composiciones y densidades, siendo la más superficial la que incluía los continentes, mismos que se habían encontrado una vez unidos en un súper-continente llamado *Pangea*. Esta teoría daba cuenta de : (1) las similitudes entre los contornos de las costas de Sudamérica del Este y de África del Oeste, y los de las costas de Norte América y de Europa; (2) la distribución disyuntiva de las especies (actuales y pasadas), (3) la presencia de depósitos glaciares (yacimientos) en Sudáfrica, Argentina, Brasil, India y Australia (central y del Este) durante los periodos Pérmico y Carbonífero, y (4) la formación de nuevas cordilleras (Cfse. Frankel, 1988; p. 271, 272).

A pesar del aparente amplio poder explicativo de la teoría de la deriva continental, la objeción más fuerte a la que esta teoría tuvo que enfrentarse fue la hecha por Harold Jeffreys, misma que sostenía que “la corteza continental era suficientemente fuerte como para soportar el monte Everest, y la corteza oceánica tan fuerte como para mantener profundas fosas.” (Pérez-Malvárez, Bueno y Morrone, 2003; p.11) esto es, ambos suelos eran en extremo rígidos y se necesitaba de una fuerza excesivamente grande para poder pasar lo que estaba sostenido en los continentes a través de los océanos. En adición a esto, Jeffreys sostenía que “las fuerzas postuladas por Wegener para mover los continentes sobre el suelo oceánico eran la mayor parte del tiempo, demasiado débiles. Además, no se conocía alguna fuerza lo suficientemente grandes para poder causar semejante migración de los continentes. E incluso si las hubiera, los continentes no serían capaces de resistir a semejante viaje” (Cfse. Frankel, 1988; p. 272-273).

La objeción de Jeffreys fue retomada por algunos permanentistas, para los propósitos de esta investigación nos centraremos en la teoría de Ewing (1959); su propuesta defendía que si bien existían corrientes de convección, estas se restringían al manto. Así mismo, explicaba que las bases oceánicas y los continentes eran fijos, y que había una suerte de corrientes ascendentes a través de las cuales se explicaban las grietas en los valles y los terremotos de poca profundidad (Cfse. Frankel, 1988).

La teoría de Ewing ofreció una explicación para la falta de sedimento en las puntas de las montañas, para la presencia de terremotos de poca profundidad, para la anomalía magnética positiva y para la fractura geológica de El Gran Valle del Rift. Del mismo modo, era compatible con la objeción de Jeffrey (y por tanto, con el supuesto de que el suelo oceánico era demasiado rígido como para que los continentes se desplazaran a través de él, que era un supuesto básico de la física y la oceanografía de la época) y con la magnetización de fondo marino circundante.

## VII. Teorías 'movilistas' y 'permanentistas' como inconsistencia tipo 3(b).

Ahora bien, y sobre la tensión entre la teoría de Wegener y la de Ewing, dado que hemos dicho brevemente que ambas teorías satisfacían un criterio mínimo de adecuación fáctica, que ordenaban y agrupaban fenómenos que la otra no abarcaba y que antes solamente podían tratarse por separado, y que así mismo, ofrecían tanto nuevos problemas, como nuevas estrategias para resolver conflictos altamente relevantes en su disciplina (fecundidad); entonces, podemos decir que ambas pueden ser consideradas como teorías empíricas funcionales, que de ser existir una inconsistencia entre ellas, serían un legítimo objeto de análisis para la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

Para argumentar a favor de la inconsistencia entre estas dos teorías es necesario hacer notar que ambas compartan los supuestos básicos de la existencia del equilibrio isostático, asumían lo que en esa época se conocía sobre la radioactividad y el calor interno de la Tierra (puntos que fueron fundamentales para el rechazo de las teorías contraccionistas). En adición a esto, ambas teorías eran compatibles con la objeción de Jeffreys<sup>31</sup>.

Sin embargo, al momento de describir el dominio empírico, la teoría de la deriva continental de Wegener terminaba afirmando que el movimiento básico (y a gran escala) de los continentes era horizontal, mientras que, los permanentistas reconocían que era posible que hubiera movimientos horizontales de la corteza, pero de igual forma postulaban que era imposible que estos fueran lo suficientemente grandes para afectar los bloques continentales. A estas alturas, el problema es evidente: ambas concluían que solamente existía un movimiento básico que podía ser horizontales o verticales, pero no ambos, y diferían al momento de determinar cuál de estos dos era el correcto<sup>32</sup>; y a partir de esto, una derivaba que era posible que los continentes hubieran estado conectados en un momento inicial, y la otra, que esto era imposible.

Considerando lo que hemos dicho hasta aquí, podemos sostener que, al menos de forma inicial, la tensión entre la propuesta de Wegener y la de Ewing, ilustra una relación de inconsistencia entre dos teorías empíricas; luego, es una instancia del tercer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, en específico, del tipo 3(b).

Diagramaremos el caso como sigue:

---

<sup>31</sup> Si bien existía una implausibilidad mutua entre la teoría de Wegener y la objeción de Jeffreys, no había una inconsistencia lógica entre ellas (Cfse. Weber y Šešelja, 2011).

<sup>32</sup> Como consecuencia de estas diferencias, la teoría de la deriva continental argumentaba que las similitudes entre los contornos de las costas de Sudamérica del Este y de África del Oeste, y los de las costas de Norte América y de Europa eran resultado del movimiento de los continentes; mientras que la teoría permanentista de Ewings sostenía que no era posible que estas similitudes fueran más que coincidencias.

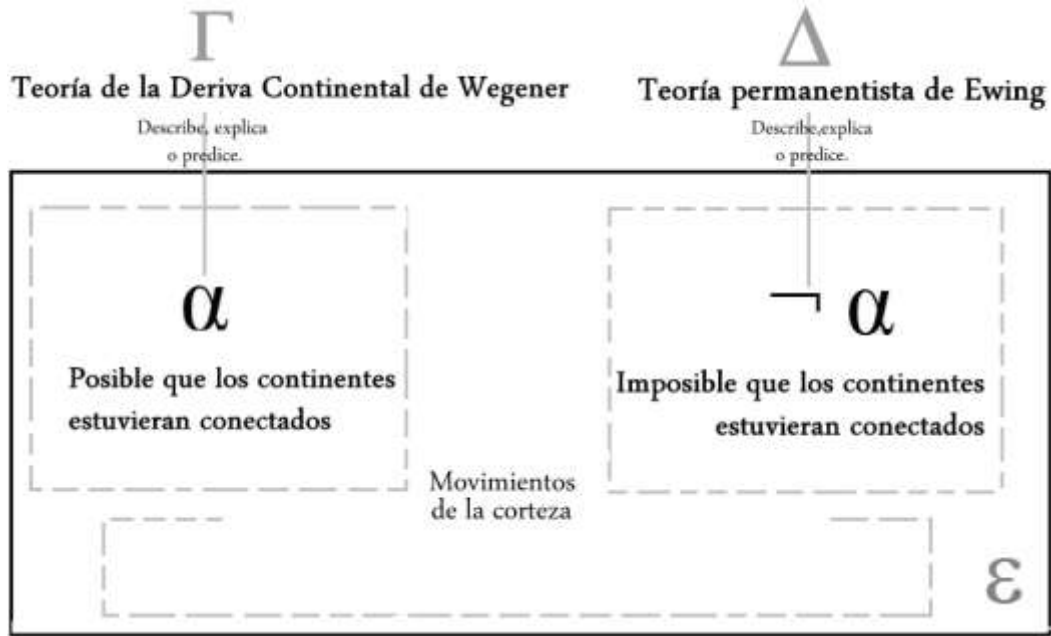


Figura 5.3. Inconsistencia 3(b). Teorías movilizadas y permanentistas.

Por último, dada la caracterización de las *inconsistencias tipo 3(b)* ofrecida a lo largo de este capítulo, hemos encontrado un caso que satisface el tercer tipo de la clasificación estándar, a saber, la tensión entre las teorías movilizadas y permanentistas, de Wegener y Ewing respectivamente. Es importante agregar que este ejemplo reveló que, al menos para dar cuenta de casos similares, la clasificación es exitosa, pues al caracterizar los conflictos entre ambos modelos, la descripción del tipo 3(b), ofrecida en el apartado IV de este capítulo, atrapa todos los elementos relevantes involucrados en la inconsistencia en cuestión.

### VIII. Consideraciones finales.

En resumen, el tercer tipo de inconsistencias de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>* coincide –en sentido general– con lo que Laudan (1977) describe como *Problemas Conceptuales Externos*, especialmente con lo que llama *Inconsistencias Lógicas*, mismas que se resultan cuando dos teorías empíricas son mutuamente incompatibles.

En adición a esto, es posible reconocer que cuando tenemos dos teorías mutuamente inconsistentes, la inconsistencia provenga de una relación donde son los supuestos básicos de la teoría los que están en conflicto (*Inconsistencias 3(a)*), o donde son las descripciones o predicciones sobre el dominio empírico las que resultan incompatibles entre ellas (*Inconsistencias 3(b)*).

Al buscar instancias de este tipo de inconsistencias hemos encontrado que la tensión entre modelos que describen el núcleo atómico (en particular, el de la gota líquida y el de capas) ilustra de manera efectiva las inconsistencias del tipo 3(a). Por otro lado, la tensión entre teorías movilizadas y permanentistas (en especial, la de Wegener y la de Swing respectivamente) al



momento de dar cuenta sobre los movimientos de la corteza, ilustra satisfactoriamente las inconsistencias del tipo 3(b).

Por último, parece que la *Clasificación<sub>TEF</sub>* puede dar cuenta de los casos que involucran conflictos entre teorías empíricas funcionales.

## Capítulo 6. Limitaciones de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*: El Modelo Solar

### Estándar y los neutrinos solares.

#### I. Introducción

Debido a que parece intuitivo sostener que la ciencia tendería a favorecer la consistencia en las teorías científicas, a lo largo del Capítulo 1 hemos definido un tipo de teoría empírica tal que, en algún sentido contiene una inconsistencia, y que sin embargo, no es abandonada inmediatamente una vez que la inconsistencia ha sido identificada. A lo largo del mismo capítulo, hemos supuesto que si lo anterior es el caso, ocurre porque la teoría en cuestión, ofrece beneficios prácticos tales que superan las dificultades teóricas que la presencia de la inconsistencia podría generar; y hemos identificado tales beneficios con la *funcionalidad* de la teoría.

Ahora bien, si se asume la posibilidad de formalizar teorías empíricas de manera adecuada, surgen dos interrogantes: ¿es posible encontrar teorías inconsistentes? De ser el caso, ¿se comportarían todas ellas de la misma manera o sería posible clasificarlas de una forma específica?

Para responder a tales cuestionamientos, a lo largo de los capítulos anteriores hemos descrito un tipo particular de teorías empíricas (*TeIFs*), hemos propuesto una forma específica de clasificarlas (*Clasificación<sub>TeIF</sub>*), y por último, hemos presentado instancias positivas de tal clasificación. Hasta ahora, podríamos decir que ambas preguntas se contestan de manera afirmativa, esto es, que efectivamente es posible identificar teorías empíricas que en algún momento de su desarrollo han sido inconsistentes y no por ello han sido abandonadas, y que del mismo modo, es posible separar estas teorías a través de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* de manera efectiva; podríamos incluso sugerir que, hasta este momento, la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* parece ser completa, es decir, parece atrapar de manera efectiva todos los casos de *TeIFs* descritos aquí (Ver Capítulo 2, sección IV).

Sin embargo, en las siguientes páginas se buscará, en términos generales, ofrecer un estudio de caso que ilustre algunas de las limitaciones de la Clasificación Estándar (introducida a lo largo del Capítulo 2) con respecto a los casos de inconsistencias que involucran reportes observacionales (*inconsistencias tipo 2*), esto con la finalidad de trazar algunas conclusiones sobre la completud de la misma clasificación.

Para lograr lo anterior, presentaremos un contraargumento a la posibilidad de identificar inconsistencias en la ciencia, ofrecido por Davey (2014); luego, responderemos brevemente a él y presentaremos la anomalía en la medición del flujo de los neutrinos solares como un contraejemplo a la objeción planteada por Davey y como una instancia negativa de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* tal como ha sido planteada en el Capítulo 2.

## II. El Argumento de Davey

En su artículo de 2014, Kevin Davey presenta un argumento contra la idea de que las inconsistencias tengan un lugar en la ciencia; la pregunta central de su trabajo es ¿es posible que la *buena ciencia* sea inconsistente? Y para responder a ella, Davey apela a la taxonomía y a los ejemplos ofrecidos por Priest (2002), y propone una explicación de por qué no es posible considerar que las inconsistencias tienen lugar en el razonamiento científico. A continuación, reconstruiremos brevemente su argumento, y explicaremos por qué no creemos que afecte directamente a la *Clasificación<sub>TEIF</sub>* y a las instancias positivas de la misma que hemos ofrecido en capítulos anteriores.

En Davey (2014) se dice que en filosofía de la ciencia existen dos posturas claras con respecto a si es posible o no encontrar inconsistencias en la ciencia, por un lado esta lo que en la literatura se conoce como la *Visión Heredada* y por el otro se encuentra lo que él llama la *Contra-Tradición*. La primera de ellas asume que un sistema inconsistente es poco informativo pues a partir de él es posible derivar cualquier proposición, ergo “la consistencia lógica es requerida porque una teoría inconsistente (...) es incapaz de decirnos algo con respecto al mundo” (Hempel y Jeffrey, 2000; p. 79, en Davey 2014. Mi traducción); esta actitud filosófica se compromete con la idea de que las teorías inconsistentes deben ser rechazadas

La segunda postura, la *Contra-Tradición*, asume que “muchas de nuestras teorías actuales son lógicamente inconsistentes, y a pesar de ello, los científicos no tienen ningún problema al usarlas, al hacer predicciones correctas e incluso al lanzar cohetes a la luna” (Davey, 2014; p. 3010. Mi traducción), esta opinión se ha visto enriquecida por al menos tres tipos de ejemplos: casos que ilustran inconsistencias internas, casos que muestran inconsistencias con la observación e incluso, casos que reflejan inconsistencias entre teorías (Priest, 2002). Davey atribuye a esta postura la tesis de que “es posible para una teoría científica ser lógicamente inconsistente y para nosotros estar justificados en creer en ella” (Davey, 2014; p. 3013), y es precisamente a esto a lo que busca responder.

Si bien Davey expone varios ejemplos, creemos que bastara con presentar su acercamiento a la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio aprovechando que es uno de los casos que hemos estudiado previamente (ver Capítulo 4).

Davey dice que si al analizar el caso del corrimiento del perihelio de Mercurio asumimos el presupuesto básico de la *Contra-Tradición* y si “consideramos que nuestra mejor teoría física no consistente únicamente en lo que las leyes de la naturaleza sean, sino también en datos observacionales en los cuales confiemos, entonces en estas situaciones, estamos justificados para creer en una teoría que sabemos que es inconsistente” (ídem; p. 3017).

Sin embargo, Davey alega que en el caso de la mecánica newtoniana y su anomalía con respecto a la órbita de Mercurio, los científicos de finales del siglo XIX no se sentían justificados para confiar en las predicciones que la teoría hacía sobre el planeta en cuestión; la prueba de ello, según Davey, se encuentra en los intentos sistemáticos que hubieron para resolver la anomalía, y las hipótesis auxiliares que se propusieron de manera continua. Así pues, este es un caso donde

la comunidad científica relevante no se comprometía epistémicamente con la teoría como un todo, pues en términos generales, reconocían que había una parte del dominio empírico (la cual podían identificar claramente) donde la teoría fallaba.

La tesis general de Davey es que, “cuando encontramos una contradicción lógica en un cuerpo de creencias científicas, también somos capaces de reconocer que no estamos justificados para creer en una u otra de tales creencias (o al menos, su conjunción). (...) Es por esto que, generalmente, una vez que se descubre una inconsistencia, hay continuos intentos por identificar y reemplazar las asunciones injustificadas de la teoría.(...) Cuando nos encontramos con una teoría inconsistente, el científico siempre será capaz de confiar en las consecuencias de la teoría que se encuentran basadas en la parte bien-confirmada de la misma” (ibíd., p. 3025).

Ahora, si bien Davey no habla de *TeIFs*, su contraargumento no es incompatible con las caracterizaciones que hemos ofrecido a lo largo de los dos primeros capítulos; tal suerte de afirmaciones se traducirían, en términos de *TeIFs*, como: cada vez que nos encontremos con una teoría inconsistente, seremos capaces de reconocer y aislar la inconsistencia, de tal forma que si mantenemos la teoría en uso, y por tanto la consideramos funcional, lo que conservamos es la parte consistente y por tanto no podemos relacionar la funcionalidad con un conjunto contradictorio de enunciados. Ergo, no tenemos teorías que sean funcionales y que sean inconsistentes al mismo tiempo.

La respuesta a tal objeción es más o menos clara: cuando encontramos una anomalía, no siempre somos capaces de identificar todos los elementos que se involucran en la inconsistencia, y tampoco, en la mayoría de los casos, somos capaces de aislar la contradicción sin afectar la efectividad de la teoría<sup>33</sup>, sino al contrario, generalmente debemos considerar a la teoría como un todo. Para abonar sobre este punto, a continuación presentaremos un caso donde la tesis de Davey no se cumple, y donde además, es posible distinguir algunos de los límites de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

### III. La Medición del Flujo de los Neutrinos Solares

Los neutrinos son entidades que en 1930 fueron postulados por Pauli, en calidad de partículas hipotéticas necesarias para dar cuenta de las reacciones que después se conocerían como ‘Desintegración (decaimiento)  $\beta$ ’; hipotéticamente, para Pauli, estas reacciones ocurrían cuando un nucleído inestable emitía una partícula  $\beta$  (electrón o positrón) con la finalidad de compensar la relación entre neutrones y protones del núcleo atómico, en este tipo de decaimiento, una partícula que carecía de masa y de carga eléctrica era liberada (Pinch, 1986; p.50). En 1933, Fermi nombró a este tipo de partículas neutrino y con base en ellos, construyó la primera teoría sobre la Desintegración  $\beta$  (Bilenky, 2012).

Ahora, los neutrinos son partículas subatómicas que se generan en las reacciones de fusión propias de las estrellas (el Sol incluido), y que se asumía, no tenían ni carga eléctrica ni masa. Durante mucho tiempo, la mayor evidencia de la existencia de los neutrinos fue circunstancial. “La hipótesis de los neutrinos era consistente con toda la evidencia experimental obtenida en las

---

<sup>33</sup> Cfse. Duhem 1906.

mediciones sobre decaimientos  $\beta$  (...) Sin embargo, era posible que esto pudiera ser explicado por otro efecto sistemático aún desconocido.” (Pinch, 1986; p.50). Lo cual motivó a un grupo de científicos experimentales a buscar alternativas para detectar los neutrinos de forma más precisa y así poder defender esta hipótesis, o en su defecto, desecharla de manera definitiva.

Ahora bien, se debe destacar que el problema de la detección y medición del flujo de neutrinos solares, involucra, al menos, cuatro áreas distintas del conocimiento: la radioquímica, la física nuclear, la astrofísica y la física de neutrinos (Cfse. Pinch, 1986; p.47); así como un grupo de herramientas teóricas particulares dentro de las cuales destaca el Modelo Solar Estándar (*MSE*).

El *MSE* es un marco teórico derivado a partir de la aplicación de las leyes sobre la conservación de la energía y de las ecuaciones de la transportación de la energía de la física, sobre una estrella compuesta por gas, bajo simetría esférica, misma que posee la luminosidad, el radio, la edad y la composición del Sol. El *MSE* puede modificarse con la finalidad de obtener información sobre el Sol en distintos momentos de su vida, sin embargo siempre debe incluir las características observables de la estrella en el momento particular que se está estudiando.

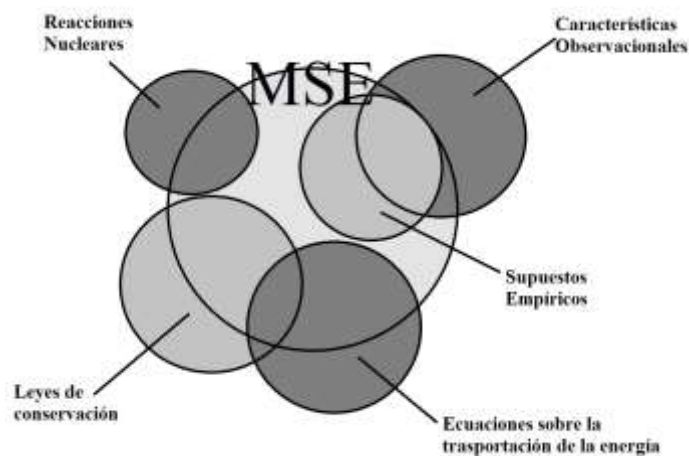


Figura 6.1. Modelo Solar Estándar.

El *MSE*, está conformado por un grupo de supuestos, tanto teóricos como empíricos, que, para una interpretación particular del mismo, describen de manera eficiente un dominio empírico exclusivo (el Sol); y que además, permiten hacer no solamente descripciones de fenómenos específicos, sino también predicciones y experimentaciones sobre los fenómenos que describen, siendo uno de ellos el flujo de los neutrinos solares. Por tanto, y debido a nuestra amplia concepción de *teoría empírica*, podemos asumir al *MSE*, para fines de esta investigación, como una teoría empírica.

En adición a lo anterior, es importante aclarar que durante la década de los 60's —cuando se comenzaron a diseñar estrategias experimentales que permitieran observar los neutrinos solares—, se asumía que

[D]ebido a que los neutrinos carecían de masa y de carga eléctrica, (...) un científico experimental no podía ‘ver’ directamente los neutrinos solares. La presencia o la ausencia de neutrinos, podía ser revelada indirectamente con la ayuda de un sofisticado instrumento de medición. En este caso, el aparato es en demasía extraño:

consiste en un tanque de tetracloroetileno ( $C_2Cl_4$ ), colocado a una milla bajo la tierra en una mina (pozo de extracción) abandonado en Lead, South Dakota. El  $C_2Cl_4$  contiene un isótopo de cloro,  $Cl^{37}$ , con el cual los neutrinos pueden interactuar. Como resultado de esa interacción (...) se forma un isótopo radioactivo de argón,  $Ar^{37}$ . La presencia de  $Ar^{37}$  en el tanque es la evidencia del paso de los neutrinos. El experimento debe estar colocado en el interior de la tierra para poder protegerlo de los rayos cósmicos, pues estos pueden desencadenar la misma reacción.” Sin embargo “la presencia de  $Ar^{37}$  se determina indirectamente (...) los átomos acumulados de  $Ar^{37}$  son extraídos del tanque con tetracloroetileno con ayuda de helio (gas) (...) El argón es recolectado en un tanque de carbón súper-enfriado, y colocado en un pequeño contador Geiger donde decae con la emisión de electrones de una energía particular (...) Son estos electrones los que el contador Geiger registra. (Pinch, 1986; p. 42, 43. La traducción es mía.)

Ahora bien, no son tampoco los clicks que el contador Geiger reporta lo que se puede observar en este experimento, pues algunos de estos clicks son generados por otras fuentes, así que para poder distinguir entre lo que es información relevante para la medición del flujo de los neutrinos, es necesario involucrar tanto dispositivos anti-coincidencias, como aparatos electrónicos altamente sofisticados y estrategias de medición y evaluación de la información. El experimento descrito arriba fue diseñado por Ray Davis, para corroborar las predicciones ofrecidas por su compañero John Bahcall; el siguiente diagrama muestra los elementos básicos involucrados en este experimento:

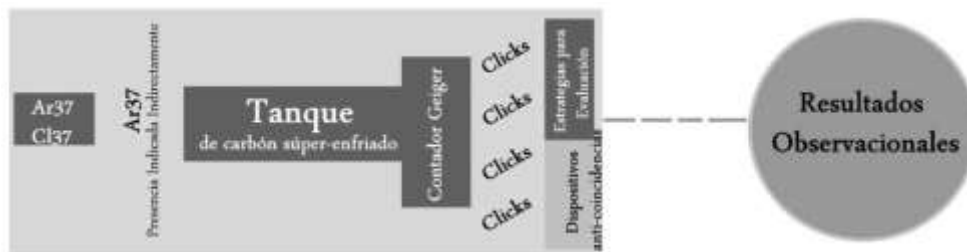


Figura 6.2. Experimento Davis-Bahcall.

En lo que sigue, nos ocuparemos de describir la anomalía en la medición del flujo de los neutrinos solares, enfocándonos únicamente en el experimento de Davis y Bahcall.

#### IV. La Anomalía de los Neutrinos Solares como una Inconsistencia Tipo 2.

En 1962, no se disponía de un modelo solar que permitiera hacer cálculos sobre el flujo de los neutrinos solares (Bahcall, 2003; p.78), sin embargo, Ray Davis confiaba en que era posible experimentar sobre el flujo de este tipo de partículas subatómicas; lo cual lo llevo a interactuar en un principio, con Willy Fowler, Nick Sears e Icko Iben, y a la larga, con John N. Bahcall. Este último, reconoció la necesidad de ofrecer un modelo detallado sobre el Sol, tal que permitiera obtener un flujo de neutrinos solares que fuera no solamente medible, sino observable (ídem.).

Para 1963, J.N. Bahcall había ofrecido ya el primer modelo solar que ayudaba a la predicción del flujo de los neutrinos solares; sin embargo, los resultados de tal predicción eran tan ínfimos que parecía imposible diseñar algún experimento al respecto. Bahcall y Davis trabajaron por algunos años, mejorando los cálculos del modelo solar y diseñando un experimento en el cual pudiera observarse el flujo de los neutrinos solares.

Para finales de la década de los 60's, Bahcall había construido un *MSE* que permitía hacer predicciones sobre el flujo de los neutrinos solares, donde dichas predicciones eran susceptibles de ser puestas a prueba de manera intensiva a través del experimento diseñado por Davis (el descrito arriba). Entre 1967 y 1968, el proyecto de la medición del flujo de los neutrinos solares, involucraba dos equipos, geográficamente alejados el uno del otro, John Bahcall estaba en California mientras, Davis dirigía el experimento en Lead, South Dakota.

Las predicciones dadas por Bahcall, eran 2.5 veces mayores a los resultados reportados por Davis en 1967 (Bahcall, 2003; p.79). Davis

ofreció el número de recuentos que él había detectado; el número de recuentos de fondo; el número de eventos causados por neutrinos,  $\Sigma\psi\sigma$ , (SNU); el flujo del Boro-8,  $\psi_{B8}$  (...) comparó los valores de las últimas predicciones de Bahcall sobre este flujo ( $\psi_{B8} = 1.4 (1 \pm 0.6) \times 10^7$  neutrinos  $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ ) con el valor que él mismo había observado ( $\psi_{B8} < 0.5 \times 10^7$  neutrinos  $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ ). Su resultado era tan pequeño que no podía siquiera como una señal dentro del margen de error; de hecho tenía que ser presentado como un límite superior. En otras palabras, el flujo de los neutrinos podría ser incluso menor. (Pinch, 1986; p. 122, 123. Mi Traducción.)

En este punto, las partes involucradas –Davis y Bahcall-, desconocían dónde radicaba el problema; mientras Davis culpaba los cálculos hechos por Bahcall, este último, atribuía los inconvenientes al experimento dirigido por Davis. Durante 1968, los dos científicos se dedicaron a revisar ambas contribuciones. Sin embargo, a pesar de las modificaciones hechas al *MSE*, la diferencia entre las predicciones y los resultados de observación siguió siendo demasiado grande como para considerarla como evidencia adecuada dentro del margen de error relevante para el dominio de investigación en ese momento.

Ahora bien, dada esta diferencia entre los resultados de la predicción y los de la observación, entenderemos a la predicción como  $\alpha$  y a los resultados observacionales como su negación. Representaremos el caso como sigue:

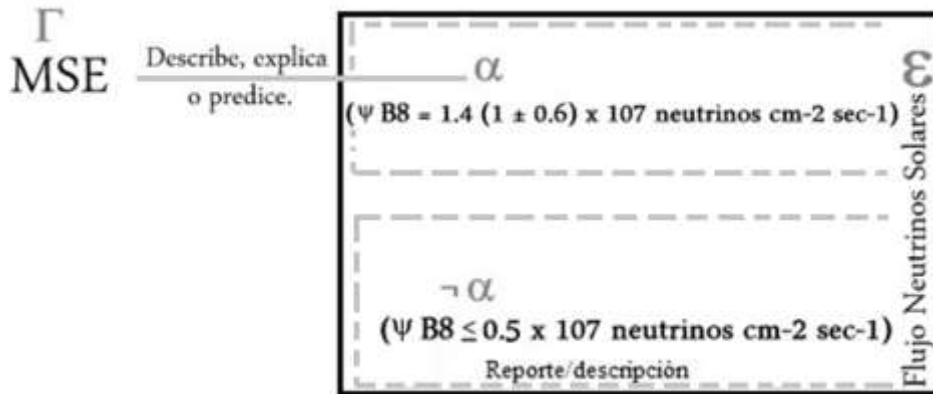


Figura 6.4.1 Inconsistencia tipo (2) Neutrinos Solares.

Sin embargo, si bien una instancia de este mismo diagrama sirvió para dar cuenta de la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio, al representar de forma análoga, las relaciones básicas presentes en la anomalía en la medición del flujo de los neutrinos solares podemos distinguir un problema importante, a saber, que en este caso no resulta claro si el Criterio de Independencia Observacional que habíamos ofrecido antes se satisface o si no lo hace.

El mayor problema con el que nos encontramos es la complejidad tanto del *MSE*, como del experimento. Como se dijo anteriormente, el *MSE* involucra elementos teóricos de distintas disciplinas: de radioquímica, de física nuclear, de astrofísica, entre otras; al mismo tiempo, el experimento diseñado para dar cuenta del flujo de neutrinos solares del cual estamos hablando, adopta supuestos básicos de las mismas áreas del conocimiento, es decir, si bien el experimento diseñado por Davis, no supone completa y explícitamente la teoría en cuestión, sí es posible encontrar supuestos básicos (y relevantes) compartidos por el experimento y el *MSE*.

Algunos ejemplos de este tipo de asunciones compartidas son los siguientes:

- 1) Supuestos básicos sobre el tipo de entidades que son neutrinos, mismos que se heredan de la física de neutrinos:
  - 1.1) La suposición sobre la ausencia de masa en los neutrinos solares es un compromiso básico que aparece tanto en el *MSE* como en el diseño del experimento de Davis-Bahcall (dado que no es posible reconocer la presencia de neutrinos a través de la medición de su masa, es necesario diseñar una alternativa para reconocer su presencia).
  - 1.2) La suposición sobre la existencia de un solo tipo de neutrinos solares es un supuesto teórico importante del *MSE* y al mismo tiempo una asunción elemental para el diseño del experimento (si existe un solo tipo de neutrinos, entonces solamente existe un tipo de reacción que revele su presencia).
- 2) Supuestos básicos sobre las reacciones químicas de ciertos elementos y su relación con la generación de neutrinos, mismos que se heredan de la radioquímica.



- 2.1) La suposición sobre el tipo de reacciones que tiene el Ar37 y el papel que juega este elemento en la producción y detección de neutrinos.

En términos generales, tanto la complejidad del *MSE* y del experimento en cuestión, como los estrechos vínculos teóricos que existen entre ellos, nos obligan a incluir al experimento (y a las teorías involucradas) para la evaluación de la inconsistencia en estudio de caso.

Diagramaremos entonces el caso como sigue:

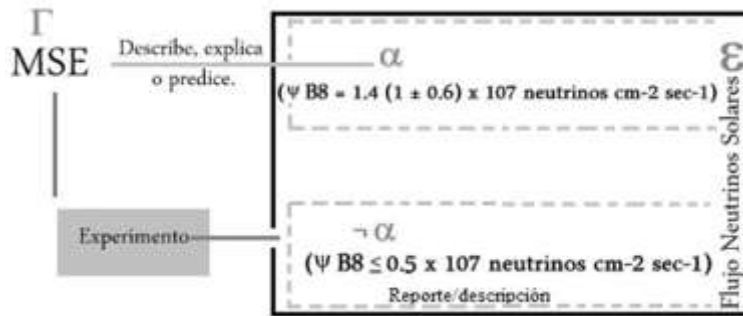


Figura 6.4.3. Inconsistencia tipo (2) Neutrinos Solares II.

Ahora bien, incluso con esta modificación, este caso aun luce como una instancia del tipo (2) de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*; sin duda, es un ejemplo que no cumple exhaustivamente con el Criterio de Independencia Observacional que hemos ofrecido, pero que tampoco presenta un nivel de *ad-hocidad* destructivo que nos haga desechar, ya sea el experimento o la teoría. Sin embargo, la pregunta permanece: ¿la inconsistencia que se hospeda en el *MSE*, es una instancia positiva de las *inconsistencias tipo 2*? , en otras palabras ¿la inconsistencia involucra exclusivamente, una consecuencia observacional determinada de una teoría  $\Gamma$  y un resultado observacional específico?

La respuesta no es clara. El problema radica en que, una vez que el experimento tiene que ser considerado como relevante para la evaluación de la inconsistencia, esta, puede provenir ya sea:

- i) De la relación entre un supuesto  $\alpha$  de una teoría empírica  $\Gamma$  y un resultado observacional ( $\neg\alpha$ ), o
- ii) De la relación entre un supuesto  $\alpha$  de  $\Gamma$  usado en el diseño del experimento y un resultado observacional ( $\neg\alpha$ ), o
- iii) De la relación entre un supuesto  $\alpha$  de  $\Gamma$  necesario para la interpretación de los resultados del experimento y un resultado observacional ( $\neg\alpha$ ), o
- iv) De la relación entre un supuesto  $\alpha$  de  $\Gamma$  y un supuesto básico ( $\neg\alpha$ ) del diseño del experimento (que se emplea al interpretar resultados observacionales como  $\neg\alpha$ ), o
- v) De la combinación de dos de las anteriores.

Y dada la poca información de la que disponemos, y sobre todo, dado que el Criterio de Independencia Observacional no se cumple de manera nítida, no podemos clasificar esta inconsistencia como una del *tipo 2* según la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*.

## V. Consideraciones finales.

En resumen, Davey argumenta que siempre que nos encontramos con una contradicción en la ciencia, podemos identificarla y aislarla satisfactoriamente, lo cual impide que de hecho nuestras teorías científicas sean inconsistentes (pues solamente conservamos y confiamos en la parte de la teoría que está libre de contradicciones); sin embargo, a lo largo de este capítulo hemos descrito un caso que ilustra que no siempre que descubrimos una contradicción en nuestras teorías somos capaces de apuntar a los elementos que la originan y aislarlos.

En la anomalía de la medición del flujo de los neutrinos solares, es claro que podíamos identificar una contradicción al momento de intentar empatar las predicciones del *MSE* y los resultados de la observación, y a pesar de ello, estábamos imposibilitados para identificar nítidamente a los elementos involucrados y aislarlos de la teoría, sin embargo esto no evitó que el *MSE* se mantuviera en uso (Pinch, 1986) hasta que la anomalía fue resuelta en 2003. Por tanto, y respondiendo a Davey, es posible encontrar casos de teorías empíricas inconsistentes que no tengamos que abandonar ni podamos modificar de tal forma que las volvamos consistentes.

Por otro lado, y sobre los alcances de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*, el caso aquí presentado nos muestra que, al menos para la identificación de *inconsistencias del tipo 2*, la clasificación que hemos propuesto depende en gran medida del Criterio de Independencia Observacional, y que incluso casos que nos parecería intuitivo considerar como inconsistencias entre teoría y observación, quedan fuera de los límites de la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*.

Por último, si bien la *Clasificación<sub>TEIF</sub>* puede dar cuenta de ciertos casos que involucran conflictos con la observación, no puede describir casos como el de la anomalía en la medición del flujo de los neutrinos solares, pues hay más elementos en juego de los que inicialmente considera; por ejemplo, la presencia de teorías auxiliares (para el diseño de experimentos y/o para la interpretación de resultados empíricos), mismas que no se comportan tampoco como *inconsistencias tipo 3*. Por tanto, si bien la clasificación parece útil, lo es solamente para casos muy específicos, pues deja de lado relaciones más sofisticadas entre teorías empíricas, teorías auxiliares, resultados de la observación, entre otros.

## Capítulo 7. Clasificación<sub>TeIF</sub> Revisada

A lo largo de los últimos capítulos hemos ofrecido una clasificación para *TeIF*, y de igual forma, hemos buscado instancias positivas para la misma; al revisar los estudios de caso, hemos descubierto que a la versión de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* ofrecida a lo largo del Capítulo 2, es necesario hacerle algunas modificaciones e integrar nuevos criterios para hacer la caracterización de cada uno de los tipos aún más precisa.

A continuación pasaremos a presentar la versión final de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

### I. Inconsistencias tipo 1.

Nos hemos comprometido con que una teoría sea un conjunto de enunciados cerrado bajo consecuencia lógica, donde estos enunciados puedan ser de dos tipos: supuestos básicos (generalmente bajo la forma de leyes generales) y consecuencias observacionales (generalmente bajo la forma de explicaciones o predicciones). Así, hemos definido a las inconsistencias internas de una teoría empírica como las contradicciones que puedan surgir al relacionar enunciados que, ya sean supuestos básicos o consecuencias observacionales, sean de la forma  $\alpha$  y  $\neg\alpha$ .

Hemos descrito a este tipo de inconsistencias como sigue:

**Inconsistencia tipo 1:** Dada una teoría empírica  $\Gamma$ , (tal que  $\Gamma$  haya sido bien recibida por la comunidad científica);  $\Gamma$  asume o implica  $\alpha$ , y al mismo tiempo,  $\neg\alpha$ .  
Es decir: Hay un  $\alpha$  tal que:  $\Gamma \models \alpha$  y  $\Gamma \models \neg\alpha$ .

Del mismo modo, hemos dicho que –para evitar que casos de vaguedad sean clasificados como inconsistencias de este tipo–, requerimos que cuando tengamos una inconsistencia del tipo 1 el vocabulario involucrado en la construcción de  $\alpha$ , como en la de  $\neg\alpha$ , se comparta de manera isomorfa; esto es, necesitamos que se satisfaga lo que hemos llamado un criterio de Identidad temática:

**Criterio de Identidad Temática:** “se establece la contradicción por el uso de la misma variable (...) porque los dos miembros que integran la contradicción tratan sobre el mismo contenido, la diferencia entre ellos es que en un elemento se niega el contenido que en el otro se ha expresado” (Mijangos, 2000; p.102). Esto es, se requiere que se habla de exactamente los mismos elementos, tanto en la afirmación como en su negación.

De igual forma hemos diagramado este tipo de inconsistencias como sigue:

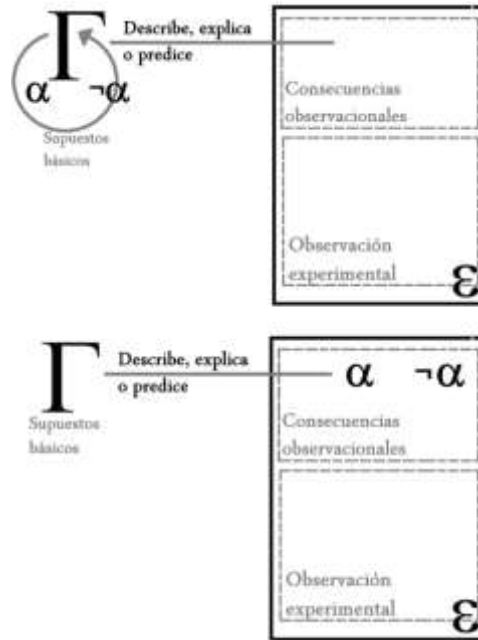


Figura 7.1. Inconsistencias tipo 1.

Donde  $\varepsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  es la teoría empírica en cuestión y  $\alpha$  y  $\neg\alpha$ , supuestos o consecuencias observacionales de  $\Gamma$  (que no corresponden a reportes de observación experimental con respecto de  $\varepsilon$ ).

Una instancia de las inconsistencias internas que involucran exclusivamente los supuestos básicos de la teoría es el cálculo infinitesimal (Brown y Priest, 2004, Sweeney, 2013), sin embargo, a lo largo de esta investigación no nos hemos ocupado especialmente de ellas.

Por otro lado, una instancia positiva de las inconsistencias internas entre consecuencias observacionales, la podemos encontrar al revisar la electrodinámica clásica, en particular sus consecuencias observacionales con respecto a la radiación del sincrotrón (ver Capítulo 3).

## II. Inconsistencias tipo 2.

El segundo tipo de inconsistencias según la *Clasificación<sub>TEIF</sub>*, son inconsistencias entre elementos observacionales, esto es, entre consecuencias observacionales de una teoría y reportes o descripciones observacionales relevantes para la misma.

Hemos descrito a este tipo de inconsistencias como sigue:

**Inconsistencia tipo 2:** Dada una teoría empírica  $\Gamma$ , (tal que  $\Gamma$  haya sido bien recibida por la comunidad científica), y que tenga como una consecuencia observacional  $\alpha$ ; si se hace un experimento (con respecto a  $\Gamma$ ), se reporta o describe  $\neg\alpha$ .

Es decir, existe una consecuencia observacional  $\alpha$ , tal que:  $\Gamma \models \alpha$  y se reporta  $\neg\alpha$ .

Del mismo modo, hemos querido distinguir este tipo de inconsistencias de problemas relacionados con errores de medición y hemos dicho, que para poder identificar una

inconsistencia tipo 2, es necesario que dentro del dominio de investigación relevante para  $\Gamma$ , exista un supuesto metodológico que permita interpretar ciertos resultados de observación como  $\neg\alpha$ , un ejemplo de este tipo de supuesto, son los márgenes de error correspondientes a cada disciplina.

De igual forma, para poder distinguir entre una contradicción entre elementos observacionales y una contradicción entre teorías (por ejemplo, entre la teoría que está siendo probada y las teorías empleadas en el diseño del experimento) hemos establecido que es necesario que se satisfaga –en la medida de lo posible– un Criterio de Independencia Observacional mismo que hemos definido como sigue:

**Criterio de Independencia Observacional:** El grupo de proposiciones que subyacen en el diseño de los instrumentos y los métodos empleados para evaluar las consecuencias observacionales de  $\Gamma$ , idealmente, se logran de una manera total (o mayormente) diferente de las proposiciones que se emplean para definir la teoría en cuestión (Cfse. Hacking, 1996; p.195-214)

Hemos diagramado estas inconsistencias como sigue:

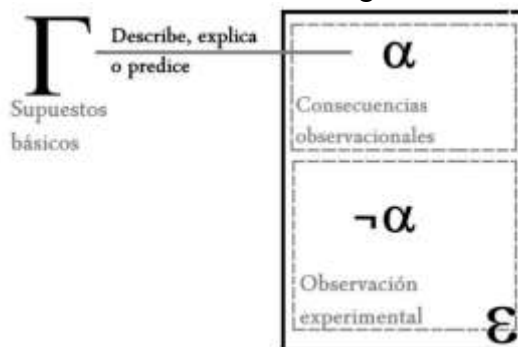


Figura 7.2. Inconsistencias tipo 2.

Donde  $\epsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  es la teoría empírica en cuestión,  $\alpha$  es una consecuencia observacional de  $\Gamma$  y  $\neg\alpha$  es un reporte observacional registrado con respecto a las predicciones de  $\Gamma$ .

Una instancia positiva de este tipo de inconsistencias es la contradicción que encontramos entre las predicciones que hace la Mecánica Newtoniana sobre la órbita de Mercurio y los reportes de observación pertinentes (ver Capítulo 4).

### III. Inconsistencias tipo 3

Por último, las inconsistencias entre dos teorías empíricas se han caracterizado de la siguiente manera:

**Inconsistencias tipo 3:** Existen dos teorías que son internamente consistentes, pero inconsistentes entre ellas; y que su unión resulta ya sea doxástica o instrumentalmente relevante (o interesante) para la práctica científica de su disciplina.

Esto es, dadas dos teorías empíricas  $\Gamma$  y  $\Delta$ :  $\alpha \in \text{Cn}(\Gamma \cup \Delta)$  y  $\neg \alpha \in \text{Cn}(\Gamma \cup \Delta)$

Sin embargo, dado que hemos asumido que es posible distinguir entre –al menos– supuestos básicos y consecuencias observacionales de una teoría específica, entonces, estamos obligados a distinguir entre dos subtipos de inconsistencias tipo 3: Inconsistencias tipo 3(a) y tipo 3(b).

El primer subtipo de inconsistencia se manifiesta entre los supuestos básicos de dos teorías:

**Inconsistencias tipo 3 (a):** Dos (o más) teorías tienen supuestos básicos que contradicen a los de la otra teoría, mismos que pueden o no tener consecuencias observacionales que contradigan las consecuencias observacionales de la teoría rival.

Hemos diagramado estas inconsistencias de la siguiente manera:

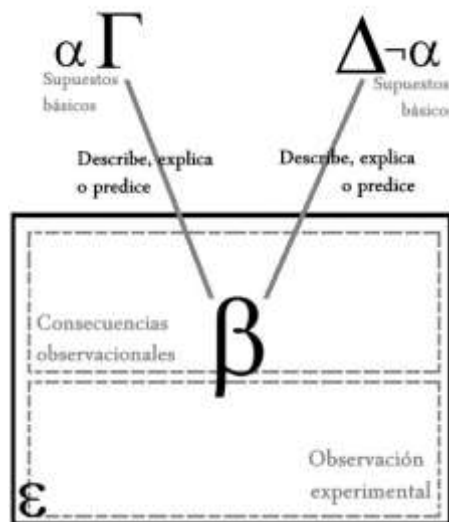


Figura 7.3. Inconsistencias tipo 3 (a).

Donde  $\epsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  y  $\Delta$  son las teorías empíricas en cuestión,  $\alpha$  y  $\neg \alpha$  son supuestos teóricos de  $\Gamma$  y  $\Delta$  respectivamente y donde  $\beta$  representa una consecuencia observacional de  $\Gamma$  y  $\Delta$ .

Hemos identificado una instancia positiva de este tipo de inconsistencias en la tensión entre los modelos del núcleo atómico, el de gota líquida y el de capas (ver Capítulo 5).

El segundo subtipo de inconsistencia se manifiesta entre las consecuencias observacionales de dos teorías:

**Inconsistencias tipo 3 (b):** Dos teorías hacen predicciones o descripciones empíricas particulares tales que son contradictorias entre ellas (y es posible, o no,

identificar un conflicto entre los supuestos básicos de una de las teorías y los supuestos básicos de la otra).

Hemos diagramado estas inconsistencias de la siguiente manera:

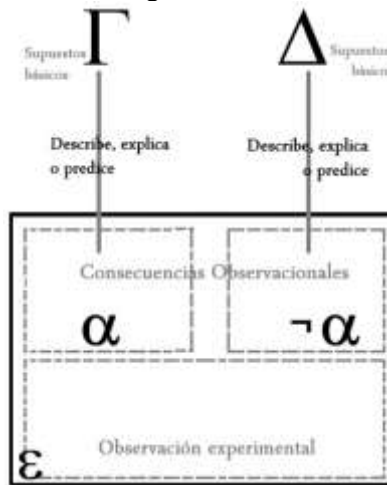


Figura 7.4. Inconsistencias tipo 3 (b).

Donde  $\epsilon$  corresponde al dominio empírico particular,  $\Gamma$  y  $\Delta$  son las teorías empíricas en cuestión, y  $\alpha$  y  $\neg\alpha$  son consecuencias observacionales de  $\Gamma$  y  $\Delta$  respectivamente.

Hemos identificado una instancia positiva de este tipo de inconsistencias en la tensión entre la teoría de la deriva continental de Wegener y la teoría permanentista de Ewing (ver Capítulo 5).

## Conclusiones.

En lo que sigue presentaremos primero un breve resumen de lo dicho en capítulos anteriores, y por último, trazaremos algunas conclusiones generales sobre la utilidad de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

### I. Síntesis.

En resumen, a lo largo del primer capítulo hemos caracterizado un tipo de teorías que son formalmente inconsistentes, pero que, a pesar de lo que la Visión Heredada en filosofía de la ciencia sugeriría, no se abandonan una vez que su inconsistencia se descubre. Las hemos llamado *TeIFs*, y hemos dicho que de ser posible encontrar teorías que satisfagan tal caracterización, seríamos capaces de dar una posible explicación sobre por qué no se abandonan.

Del mismo modo, en el Capítulo 2, hemos presentado una manera de clasificar las *TeIFs* dependiendo del tipo de inconsistencia que involucren; hemos dicho que una teoría empírica puede ser internamente inconsistente (a nivel de supuestos básicos o de consecuencias observacionales), que puede ser inconsistente con resultados de observación o que puede resultar inconsistente al relacionarla con otras teorías relevantes (a nivel de supuestos básicos o de consecuencias observacionales).

En el Capítulo 3, hemos descrito con mayor profundidad las *inconsistencias tipo 1* (internas) y hemos descubierto que si queremos ser capaces de distinguir entre contradicciones lógicas y casos de vaguedad, necesitamos de constreñimientos adicionales a los ofrecidos por la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* en el Capítulo 2, para estos fines, hemos propuesto que la incorporación de un Criterio de Identidad Temática, sería suficiente. De igual forma, presentamos a la electrodinámica clásica como una *TeIF* y defendimos que específicamente cuando se calcula la radiación de sincrotrón (usando esta teoría), es posible identificar una *inconsistencia tipo 1*.

En el Capítulo 4, caracterizamos de forma más puntual el segundo tipo de inconsistencias según la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*, las identificamos con lo que Laudan (1977) llama ‘falsas predicciones’; y notamos que la forma en la que las habíamos descrito en el Capítulo 2, era insuficiente para poder distinguir entre casos de inconsistencias que involucran consecuencias observacionales de una teoría y reportes de observación relevantes, y casos que involucran consecuencias observacionales de una teoría y supuestos de otras teorías usadas en el diseño de los instrumentos; para resolver tal dificultad, propusimos un Criterio de Independencia Observacional. Así mismo, defendimos que la mecánica de Newtoniana es una *TeIF* y que la anomalía del corrimiento del perihelio de Mercurio es una *inconsistencia tipo 2* según la *Clasificación<sub>TeIF</sub>*.

En el Capítulo 5, describimos de manera detallada el comportamiento de las inconsistencias de tipo 3(a) y de tipo 3(b) e hicimos evidente que la distinción entre ambos tipos depende fuertemente de la posibilidad de identificar y distinguir entre supuestos básicos y consecuencias observacionales de nuestras teorías empíricas. De manera similar, describimos la tensión entre modelos del núcleo atómico como una instancia de las *inconsistencias del tipo 3(a)*



y dimos cuenta de la tensión entre la teoría movlista de Wegener y la teoría permanentista de Ewing como una instancia de las *inconsistencias del tipo 3(b)*.

En el Capítulo 6 ofrecimos una objeción a la posibilidad de encontrar teorías empíricas inconsistentes que de hecho se mantengan funcionales; aquí, reconstruimos el argumento ofrecido por Davey (2014) que sugiere que siempre que identificamos una inconsistencia, somos capaces de aislarla, y por tanto, una vez hecho esto, lo que continúa funcionando es el fragmento consistente de la teoría. Respondimos a esta objeción, apelando a la tesis Quine-Duhem, y ofrecimos un caso histórico donde nos resultaba imposible aislar la ‘parte contaminada’ de la teoría.

Por último, en el Capítulo 7, ofrecimos una nueva versión de la *Clasificación<sub>TeIF</sub>* tal que incorporaba los elementos que el estudio de los casos históricos descritos a lo largo de los capítulos anteriores había requerido, a saber, los criterios de Identidad Temática y de Independencia Observacional entre otros.

## **II. Beneficios de la investigación**

Una vez descrita esta posible objeción pasemos a dar cuenta de los beneficios generales de esta investigación.

La caracterización de *TeIFs*, hecha a lo largo del primer capítulo, nos ha ofrecido una posible respuesta a la de pregunta de ¿Por qué, en ocasiones, toleramos las inconsistencias en la ciencia? La noción de *funcionalidad* definida en el Capítulo 1, y el hecho de que sin importar la ubicación de la contradicción, todas la teorías aquí descritas comparten el carácter de funcionales, nos ofrece una posible explicación de por qué no rechazamos irremediamente algunas de nuestras teorías empíricas inconsistentes al descubrir su inconsistencia (porque los beneficios que las teorías inconsistentes, aquí descritas, ofrecen en la práctica científica son mayores a los inconvenientes que generaría su nivel de inconsistencia en un sentido abstracto).

Además, identificar casos de teorías que, a lo largo de la historia de la ciencia, de teorías que hayan sido formalmente inconsistentes y al mismo tiempo, se hayan mantenido en uso dentro de su dominio de investigación; refuerza la idea de que ser más tolerantes a las inconsistencias es un precio que estamos dispuestos a pagar en el desarrollo de la ciencia, si obtenemos a cambio mayor eficiencia, ya sea a nivel predictivo o explicativo.

Por último, distinguir entre inconsistencias en las teorías empíricas apelando al origen de las mismas, parece ser el primer paso para hacer una identificación, selección e incluso, construcción de herramientas formales más adecuadas para dar cuenta de cómo lidiamos en las ciencias empíricas con las inconsistencias formales.

## Referencias Bibliográficas

- ALISEDA, A. (2005) "Lacunae, Empirical Progress and Semantic Tableaux", en FESTA, R., Aliseda, A. y Peijnenburg, J. (2005).
- BAHCALL, J. (2003), "Solar Models: An Historical Overview", en Nuclear Physics B (Proceedings Supplements) 118; p.p. 77-86.
- BILENKY, S. M. (2012) "Neutrino. History of a Unique Particle", Cornell University Library; [arXiv:1210.3065](https://arxiv.org/abs/1210.3065).
- BRAUN, E. (2003) *Electromagnetismo: De la Ciencia a la tecnología*. FCE, La Ciencia para Todos (tercera edición).
- BROWN, Bryson Brown (1990), "How to be realistic about inconsistency in science" en *Studies in History and Philosophy of Science* 21 (2); p.p. 281-294.
- BROWN B y G. PRIEST (2004) "Chunk And Permeate, A Paraconsistent Inference Strategy. Part I: The Infinitesimal Calculus", *Journal of Philosophical Logic* 33: 379–388.
- BUENO, O. y P. Vickers (Eds)(2014), *Is Science Inconsistent?*, Synthese, Volume 191, Issue 13.
- CARNIELLI, W, M. E. Coniglio y J. Marcos (2001), "Logics of Formal Inconsistency" en GABBAY y GUENTHNER (2001); p.p.1-94.
- CARTWRIGHT, N. (1983), *How the Laws of Physics Lie*. Oxford University Press.
- COOK, N.D. (2010) *Models of the Atomic Nucleus: Unification Through a Lattice of Nucleons*.
- DA COSTA, N. (2000) *El Conocimiento Científico*, Filosofía de la Ciencia, UNAM & IIF, México.
- DA COSTA, N. y R. Lewin(1995) *Lógica*, "Lógicas paraconsistentes", Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía.
- DA COSTA, N. y Steven French (2002) "Inconsistency in Science: A Partial Perspective" en MEHEUS (2002).  
----- (2003), *Science and Partial Truth*, Oxford University Press, USA.
- DAVEY, K. (2014) "Can good science be logically inconsistent?" en BUENO y VICKERS (2014); pp 3009-3026.
- DONOVAN, A, Laudan L. y LaudanR,(eds) (1988) *Scrutinizing Science: Empirical Studies of Scientific Change*; Kluwe Academic Publishers.

FESTA, R., Aliseda, A. y Peijnenburg, J., (eds) (2005). *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation: Essays in Debate with Theo Kuipers* (Volume 1). Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities.

FRANKEL, H. (1988) "Plate tectonics and inter-theory relations" en DONOVAN (1988), 269-287.

FRISCH, M. (2004) "Inconsistency in Classical Electrodynamics," *Philosophy of Science* 71, 525-549.

----- (2005) *Inconsistency, Asymmetry, and Non-Locality: A Philosophical Investigation of Classical Electrodynamics*, Oxford University Press

GABBAY D.M. y Franz Guentner (Eds) (2001), *Handbook of Philosophical Logic*, Springer.

GINE, J. (2008), "On the origin of the anomalous precession of Mercury's perihelion", *Chaos, Solitons and Fractals* 38; p.p. 1004–1010.

GREINER W. & J. Maruhn (1996), *Nuclear Models*, Springer.

HACKING, I (1996), *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge University Press.

HARPER, W. (2007) "Newton's methodology and mercury's perihelion before and after Einstein", *Philosophy of Science* 74 (5):932-942.

HEMPEL, C., (1965), *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York: Free Press.

HEMPEL C. & R. Jeffrey (2000) *Selected Philosophical Essays*, Cambridge University Press.

KUHN, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, USA.

----- (1977). *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, University of Chicago Press, 1977.

KUIPERS, T.A.F., (1999) "Abduction Aiming at Empirical Progress or even a Truth Approximation, Leading to Challenge for Computational Modelling" en J. Meheus y T. Nickles (eds) *Scientific Discovery and Creativity*, Foundations of Science 4 (3), 307-323.

----- (2000) "From Instrumentalism to Constructive Realism. On some relations between Confirmation, Empirical Progress and Truth Approximation", *Synthese*, vol. 287.

LAKATOS, I. y A. Musgrave (Eds) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*; Cambridge University Press.

LAKATOS, I. (1970) "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", en LAKATOS y MUSGRAVE (1970).

----- (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers Volume 1*. Cambridge University Press.

LAUDAN, L. (1977). *Progress and its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*, University of California Press.

----- (1981) "A Confutation of Convergent Realism", *Philosophy of Science*, Vol. 48, Pp. 19-49.

----- (1982) "A problem Solving Approach to Scientific Problem" en *Scientific Revolutions*, Oxford University Press, Oxford. (pp. 369-375)

LOMBARDI, O. y Pérez Ransanz, A.R. (2012) *Los múltiples mundos de la ciencia: un realismo pluralista y su aplicación a la filosofía de la física*, Siglo XXI Eds.

MEHEUS, J. (ed) (2002) *Inconsistency in Science*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

----- (2002) "How to Reason Sensibly yet Naturally from Inconsistencies" en *Inconsistency in Science*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

MIJANGOS, Martínez Teresita de J. (2000) *El principio de no Contradicción en la Lógica clásica*; Biblioteca Universidad Veracruzana, Ver. Méx.

MILLER, A. (2002); "Inconsistent Reasoning Toward Consistent Theories" en MEHEUS (2002); p.p.35-42.

MORRISON, M. (2011) "One phenomenon, many models: Inconsistency and complementarity" *Studies in History and Philosophy of Science Part A*.

MOULINES, C.U. (1999) *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Ariel Filosofía, España.

----- (2011) *El desarrollo Moderno de la Filosofía de la Ciencia (1890-2000)*. Filosofía de la Ciencia, UNAM & IIF, Mexico.

NICKLES, T. (ed) (1980) *Scientific Discovery: Case Studies*, Springer.

NICKLES, T., (2002) "From Copernicus to Ptolemy: Inconsistency and Method" en MEHEUS (2002).

O'NEIL, W.M. (1969), *Fact and Theory: An aspect of the philosophy of science*. Sydney University Press.

PÉREZ-MALVÁEZ, C. Bueno A. y Morrone J., (2003), "Recepción temprana de la teoría de la deriva continental y su competencia con las teorías rivales", *Asclepio*, Vol 55, No 1.

PEREZ, Ransanz A.R. y Olivé, León (1989) *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, Instituto de Investigaciones Filosóficas / Siglo XXI Editores.

PINCH, T. (1986), *Confronting Nature: The Sociology of Solar-Neutrino Detection*, Kluwer Academic Publishers.

POPPER, K. (1959) *The Logic of Scientific Discovery*, Routledge.

PRIEST, G. (2002) "Inconsistency in Empirical Science" en MEHEUS (2002).

----- (2006) *In Contradiction: A study of the Transconsistent*, Oxford University Press.

ŠEŠELJA D. y Straßer C. (en prensa) "Concerning Peter Vickers' Recent Treatment of 'Paraconsistencitis'" en *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 28, Issue 3.

SHAPER, D. (1969). *Philosophical Problems of Natural Science*. Macmillan.

SMITH J (1988), Inconsistency and scientific reasoning, en *Studies in History and Philosophy of Science* 19 (4):429-445.

SWEENEY, D. (2014) "Chunk and Permeate: The Infinitesimals of Isaac Newton", *History and Philosophy of Logic*, 35:1, 1-23.

VICKERS, Peter (2014). "Scientific Theory Eliminativism", *Erkenntnis* 79 (1). p.111-126.

----- (2013), *Understanding Inconsistent Science*, Oxford University Press.

WEBER, E. y Šešelja D. (2011) "Rationality and Irrationality in the History of Continental Drift: Was the Hypothesis of Continental Drift Worthy of Pursuit?" en *Studies in History and Philosophy of Science*.

# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| Agradecimientos .....   | 5         |
| Introducción .....  | 7         |
| Capítulo 1. Teorías Inconsistentes y Funcionales .....                                      | 10        |
| I. Introducción .....   | 10        |
| II. Consistencia 1. ....  | 11        |
| III. Consistencia 2. ....   | 12        |
| IV. Consistencia 3. ....  | 13        |
| V. Teorías Consistentes y Teorías Inconsistentes .....                                      | 14        |
| VI. Teoría Empírica .....   | 15        |
| VII. Teorías Inconsistentes y Funcionales .....   | 16        |
| VII. Consideraciones finales .....  | 18        |
| Capítulo 2. Clasificación $T_{eIF}$ .....   | 19        |
| II. Teoría Empírica Inconsistente y Funcional .....   | 19        |
| III. Clasificación $T_{eIF}$ .....  | 20        |
| IV. Clasificación $T_{eIF}$ y estudio por casos. ....                                       | 21        |
| V. La Clasificación $T_{eIF}$ , Laudan y Priest .....                                       | 22        |
| VI. Inconsistencias Tipo 1. ....  | 24        |
| VII. Inconsistencias Tipo 2. ....   | 26        |
| VIII. Inconsistencias Tipo 3. ....  | 27        |
| IX. Consideraciones finales. ....   | 29        |
| Capítulo 3. Inconsistencias tipo 3. La Electrodinámica clásica. ....                        | 30        |
| I. Introducción .....   | 30        |
| II. Inconsistencias tipo 1. ....  | 31        |
| III. Problemas Conceptuales Internos e Inconsistencias tipo 1 .....                         | 32        |
| IV. La Electrodinámica clásica y los modelos de radiación de sincrotrón, .....              | 34        |
| V. La electrodinámica clásica y la radiación de sincrotrón como inconsistencia tipo 1 ..... | 38        |
| VI. Consideraciones Finales. ....   | 39        |
| <b>Capítulo 4. Inconsistencias tipo 2. El perihelio de Mercurio. ....</b>                   | <b>40</b> |
| I. Introducción .....   | 40        |
| II. Inconsistencias tipo 2 .....  | 41        |
| III. Anomalías, lagunas e inconsistencias .....   | 41        |
| IV. La Anomalía del Corrimiento del Perihelio de Mercurio .....                             | 44        |
| V. Mercurio como Inconsistencia tipo 2 .....  | 46        |
| VI. Consideraciones finales. ....   | 48        |

|  |           |   |
|--|-----------|---|
| <b>Capítulo 5. Inconsistencias tipo 3: 'permanentistas'.</b>   | <b>50</b> | <b>Modelos nucleares y teorías 'movilistas' y</b> |
| I. Introducción.....   | 50        |   |
| II. Problemas Conceptuales Externos .....  | 51        |   |
| III. Inconsistencias tipo 3 (a) y 3 (b).....   | 53        |   |
| IV. Modelos del núcleo atómico .....   | 54        |   |
| V. Los modelos del núcleo atómico como inconsistencia tipo 3(a).....   | 57        |   |
| VI. Teorías Movilistas y Teorías Permanentistas .....  | 59        |   |
| VII. Teorías 'movilistas' y 'permanentistas' como inconsistencia tipo 3(b).....  | 62        |   |
| VIII. Consideraciones finales.....   | 63        |   |
| <b>Capítulo 6. Limitaciones de la <i>Clasificación<sub>TEIF</sub></i>: El Modelo Solar Estándar y los neutrinos solares.....</b> | <b>65</b> |   |
| I. Introducción.....   | 65        |   |
| II. El Argumento de Davey .....  | 66        |   |
| III. La Medición del Flujo de los Neutrinos Solares.....   | 67        |   |
| IV. La Anomalía de los Neutrinos Solares como una Inconsistencia Tipo 2.....   | 69        |   |
| V. Consideraciones finales.....  | 72        |   |
| <b>Capítulo 7. Clasificación<sub>TEIF</sub> Revisada .....</b>   | <b>74</b> |   |
| I. Inconsistencias tipo 1.....   | 74        |   |
| II. Inconsistencias tipo 2. ....   | 75        |   |
| III. Inconsistencias tipo 3 .....  | 76        |   |
| <b>Conclusiones. ....</b>  | <b>79</b> |   |
| I. Síntesis.....   | 79        |   |
| II. Beneficios de la investigación.....  | 80        |   |
| <b>Referencias Bibliográficas.....</b>   | <b>81</b> |   |
| <b>Índice .....</b>  | <b>85</b> |   |