



La polémica Franklin-Pickering: una perspectiva estructuralista

Ricardo J. Gómez¹

RESUMEN

Esta polémica tuvo lugar en la penúltima, con reverberaciones en la última, década del siglo pasado. Ella fue centralmente acerca de cuándo, cómo y por qué ciertos resultados experimentales son considerados confirmatorios de una determinada teoría. Por lo tanto, luego de sintetizar los hechos pertinentes, sistematizaremos aquellas cuestiones acerca de los modelos de evidencia empírica, teoría de la experimentación y modos adecuados de escribir la historia de la física, que subyacen a la polémica. Finalmente, propondremos una plausible lectura estructuralista tanto de esos hechos como de las cuestiones subyacentes en términos de la versión Sneed-Stegmuller de la dinámica de teorías.

PALABRAS CLAVE

Controversias científicas, epistemología de la física, dinámica de teorías.

ABSTRACT

This controversy took place in the penultimate, with reverberations in the last, decade of the past century. It was mainly about when, how and why some experimental

¹ Master of Arts y Ph. D. en Filosofía (Universidad de California, Los Angeles), Profesor de Filosofía (Universidad de Buenos Aires), Profesor de Matemáticas y Física (Universidad de Buenos Aires). Contacto: lorigomez@aol.com

results are considered to be confirmatory for a theory. So, after synthesizing the relevant facts, we will systematize those issues about the empirical evidence models, experimentation theory and appropriated ways to write the history of physics, which underlie to the controversy. Finally, we will propose a plausible structuralist interpretation of such facts and of the underlying issues in terms of the Sneed-Stegmuller version of the dynamics of theories.

KEYWORDS

Scientific controversies, epistemology of physics, theory dynamics.

1. ALGUNOS HECHOS RELEVANTES A LA POLÉMICA²

Hoy sabemos que existen cuatro fuerzas fundamentales en la naturaleza: gravedad, electromagnetismo, una fuerza potente (*strong*) que mantiene juntas a las partículas del núcleo atómico, y una fuerza nuclear débil.

La interacción débil es la responsable de una serie de fenómenos tales como la conversión de un protón en un neutrón y viceversa (transformación-beta), la transformación de un pion en un muon, y la de un muon en un electrón. En todas esas interacciones se produce la emisión de un neutrino, la única partícula conocida que está afectada por la fuerza débil (aunque hay interacciones débiles en las que no intervienen neutrinos).

Una característica común a todas las interacciones débiles es que su probabilidad es muy baja, lo que pone de relieve la relativa debilidad de la fuerza débil comparada con las fuerzas potentes y electromagnéticas.

² Se han detectado seis tipos de quarks en el laboratorio. Nunca han sido observados por separado sino que son los constituyentes de todas las partículas como protones y neutrones en la naturaleza. Hay también dos especies de partículas del tipo del electrón, muones y tauones con masas mucho mayores que las del electrón. Aunque no son parte constitutiva de la materia ordinaria, ambos muones y tauones han sido detectados en numerosos experimentos. Hay además tres tipos de neutrinos. En conjunto, electrones, muones, tauones, y los tres tipos de neutrino son llamados *leptones*. Por lo tanto, parece que existen doce partículas fundamentales de materia: seis quarks y seis leptones. Como quedará claro más adelante, los fotones, gluones y las partículas W y Z no son componentes de la materia, sino que son partículas portadoras de fuerza (*force carrier particles*).

Si comparamos entre sí a las cuatro fuerzas, la gravedad es la más débil, aunque tiene un alcance infinito. La fuerza potente es alrededor de diez elevado a la treinta y nueve potencia más fuerte que la gravedad, pero su alcance es muy limitado (no va más allá que el diámetro del núcleo atómico). La fuerza débil tiene un mayor alcance aproximadamente equivalente al del diámetro del átomo, pero también desaparece rápidamente más allá de dicha distancia, y su potencia es alrededor de un cienmilésimo de la fuerza potente, lo que explica su nombre.

La existencia de las cuatro fuerzas ya era conocida a mediados de la década de 1930. Luego, y por varios años, se descubrieron nuevas partículas nucleares que fueron agrupables en familias si se supone que esas partículas están compuestas por partículas más pequeñas, que Gell-Mann llamó *quarks*; ellas tienen cargas de $1/3$ o $2/3$ (positiva o negativa). Los protones están compuestos por tres quarks, dos con carga positiva igual a $2/3$ y el tercero con carga negativa igual a $1/3$. Los neutrones también tienen tres quarks, mientras que los mesones solo poseen dos. Están permanentemente unidos dentro de los neutrones y otras partículas nucleares, y no son separables por energía alguna; lo que una mayor energía logra es generar más quarks que permanecen reunidos tan fuertemente como los anteriores.

En 1967, el físico norteamericano S. Weinberg y en 1968 el físico pakistaní A. Salam propusieron independientemente una teoría unificadora de las fuerzas débil y electromagnética. Esta teoría llamada *teoría electrodébil* no solo dio cuenta de cómo se transmite la fuerza débil sino que constituyó el primer paso para la unificación de las cuatro fuerzas³.

Esta teoría hacía, entre otros, dos tipos fundamentales de predicciones: (1) Predecía la presencia de efectos de corriente neutral débil en la interacción de electrones y hadrones⁴. Dichos efectos podían ser distinguidos por la presencia de interacción electromagnética por el hecho de que se violaba la con-

³ Después de 1970 desarrollaron una teoría llamada *cromodinámica*, que describía la fuerza entre los quarks. Para ello, la conducta de los quarks requería la presencia de tres cargas denominadas rojo, verde y azul (usando nombres de color para distinguir entre cargas). La fuerza entre quarks está causada por fuerzas llamadas *gluones*, las cuales, como los quarks también tienen color.

⁴ Llámense hadrones a toda partícula que interactúa mediante la operatividad de la fuerza nuclear potente. Aquellos hadrones constituidos por tres quarks (como los protones o neutrones) son llamados bariones.

servación de paridad⁵, y (2) de acuerdo a Salam-Weinberg, las interacciones electrodébiles son mediadas o llevadas a cabo por cuatro bosones, uno positivo, uno negativo y uno neutral. En la región de moderada energía, uno de ellos, el fotón, carece de masa, mientras que los otros tres W^+ , W^- , y Z_0 tienen masa y hacen que la fuerza débil por ellos mediada tenga corto alcance.

Es la confirmación experimental de dichas predicciones lo que constituye el tema central de la polémica entre Allan Franklin y Andrew Pickering. Vayamos previamente a la mera enumeración de esos experimentos.

En 1976 y 1977 se llevaron a cabo experimentos para confirmar la primera predicción arriba citada, los cuales no permitieron confirmar la predicción; por el contrario, no aparecía ningún efecto de violación de paridad en dichos experimentos⁶.

En esos experimentos el efecto de violación de paridad esperado tenía que ser la rotación del plano de polarización de luz polarizada cuando ella pasa a través de vapor de bismuto. Pero se concluyó que la rotación óptica, si existía, era menor que la predicha por la teoría de Salam-Weinberg. Agréguese a ello que, en 1977, el grupo de Washington reportó valores que eran inconsistentes también con los valores que ellos habían dado en 1976.

En 1978, los científicos soviéticos Barkov y Zolotarev hicieron el mismo tipo de experimento en Novosibirsk, pero con resultados que concor-

⁵ Los efectos de la llamada corriente neutral débil son interacciones débiles en las cuales la carga neta de los hadrones que participan en la interacción no cambia. Por ejemplo, la colisión de un neutrino de alta energía con un protón puede resultar en la desintegración del protón en distintos hadrones con una carga total de +1, mientras que el neutrino permanece inalterado.

⁶ La magnitud física de paridad ni siquiera es definida en la física clásica, porque está relacionada a las propiedades de la función-de-onda. Para establecer cuál es la paridad de una partícula o de un sistema de partículas debemos preguntarnos cómo aparecería la función-de-onda si se reflejara en un espejo. Hay funciones de onda cuya forma no es afectada en absoluto por la reflexión. Ellas son funciones de onda que satisfacen la ecuación $f(-x, -y, -z) = f(x,y,z)$. Tales funciones son llamadas simétricas y se les asigna una paridad positiva +1. La función de onda del electrón en el átomo de hidrógeno en su estado base (*ground state*) es una función de onda simétrica. Algunas funciones cambian de signo en la reflexión: $f(-x, -y, -z) = -f(x,y,z)$; son así llamadas antisimétricas y se les asigna una paridad de -1. En ambos casos se dice que la función tiene una bien definida paridad. Toda partícula separada puede ser descrita por una función de onda de bien definida paridad. Se encontró también que la paridad de un sistema de dos partículas es el producto de las paridades de las dos funciones de onda. Ya en 1956 Yang, para explicar ciertos modos extraños de desintegración de mesones, hipotetizó la presencia de violación de paridad en tales procesos, lo que fue confirmado experimentalmente en 1957 por Wang y asociados. Véase Franklin (1990, IV).

daban con las predicciones de la teoría de Salam-Weinberg. Además, en 1979 y 1980, en nuevas publicaciones, agregaron datos confirmando la presencia de violación de paridad.

A principios de 1979, un grupo de físicos en Berkeley informó la presencia de violación de paridad en sus investigaciones de la polarización de luz cuando pasa a través de vapor de talio (*thallium vapor*).

En el mismo año de 1979, Prescott mientras trabajaba en el acelerador lineal de Stanford (SLACC) mostró en un experimento sobre dispersión de electrones polarizados de deuterio que los datos obtenidos estaban de acuerdo con la teoría de Salam-Weinberg.

Además, ese experimento confirmó otra predicción de la teoría, a saber, la presencia de interferencia entre las fuerzas electromagnética y débil.

Finalmente, y ahora con respecto a la segunda predicción, la búsqueda de partículas que mediaran la fuerza débil no pudo realizarse durante los años setenta por la carencia de aceleradores de adecuada energía. Por ello, las tres partículas mediadoras, sus masas y su período de “decaencia” (*decay*) fueron recién encontradas en 1983.

2. EL NÚCLEO DE LA POLÉMICA

Tal núcleo está compuesto por diferentes interpretaciones de los experimentos arriba citados, y muy especialmente del significado de sus resultados.

Acercas de los experimentos en Oxford y Washington (1976-77), Pickering (1984) atribuye toda la incerteza en la comparación entre teoría y experimento a la teoría misma y no a los resultados experimentales mismos, y concluye que tales resultados estaban en desacuerdo con las predicciones de la teoría acerca de la violación de paridad. Además, consideró a los resultados obtenidos en Novosibirsk (1978), los cuales eran consistentes con la violación de paridad, así como a los nuevos resultados provenientes de Washington y Oxford, como una prueba de la carencia de un conjunto uniformemente consistente de resultados⁷.

⁷ Sin embargo, los físicos de la época pensaban de modo diferente. Así, Dydak (1979) afirmó: “Tentativamente, aceptaremos los resultados positivos de Novosibirsk y Berkeley y esperamos que el desarrollo futuro justificará este paso”.

Ante la información procedente de Stanford (Prescott, 1979), Pickering no consideró a ese experimento como conclusivo por sí mismo porque “los científicos eligieron aceptar ciertos reportes experimentales y rechazar otros” (1984: 301).

Mientras Pickering creía que los científicos “tenían que elegir” porque los resultados experimentales nunca eran concluyentes, Franklin, a su vez, pensaba que en relación a los primeros desacuerdos entre los experimentos y la teoría de Salam-Weinberg, los mismos eran perfectamente explicables por la presencia de errores experimentales, los cuales daban cuenta de los desacuerdos entre dichos experimentos y la teoría.

Además, con relación al experimento de Stanford (1979) usualmente considerado como decisivo, Franklin opinaba que si hubo una elección “tal elección era razonable y basada en evidencia experimental convincente” (1998: 172), mientras que los primeros resultados experimentales (1976-77) “eran al menos inciertos” (1998: 172).

Cabe preguntarse por qué en la historia de lo acaecido en ese período fueron dejados de lado. La fortísima respuesta de Pickering es que ello fue así porque a aquellos experimentos que parecían no confirmar a la teoría de Salam-Weinberg no se los permitió sobrevivir. Si intentamos explicar por qué ello fue así, Pickering nos invita a sostener que la comunidad científica de la época estaba interesada en “mantener vivas a las corrientes neutrales, porque ello era crucial para mantener viva a la teoría de Salam-Weinberg” (*Ibid.*), y agrega que los científicos hicieron ello a pesar de la presencia de experimentos anteriores refutadores.

Franklin respondió que dichos experimentos (1976-1977) no eran refutativos por la presencia de errores arriba citados; en verdad, ellos murieron de muerte natural. Además, los experimentos de Stanford (1979) y posteriores eran razonablemente confirmatorios de la teoría de Salam-Weinberg. Ellos sobrevivieron por buenas razones; luego, los científicos “no tuvieron que elegir” sino que fueron determinados a concluir, por la evidencia experimental disponible, que la teoría de Salam-Weinberg estaba confirmada experimentalmente.

Es obvio que subyacen a tales importantes diferencias acerca de la interpretación de ciertos datos experimentales desacuerdos fundamentales acerca de una variedad de cuestiones históricas, epistemológicas y sociales.

3. LOS DESACUERDOS FUNDAMENTALES SUBYACENTES A LA POLÉMICA

¿Qué es lo que está en juego en las interpretaciones de Franklin y Pickering acerca de los resultados de los experimentos arriba citados?

- (1) El modelo para interpretar esos resultados experimentales⁸.
- (2) ¿Cómo y cuándo se dan por terminados los experimentos?
- (3) ¿Cuál es el modo más aceptable de escribir la historia de esos eventos?

(1) *El modelo*: Podríamos llamar “modelo evidencial” al modelo propio de Franklin según el cual, (a) hay un modo razonable de establecer la evidencia de una teoría a partir de datos empírico-experimentales, (b) los experimentos pueden ser clasificados estrictamente en correctos o incorrectos, (c) la decisión acerca de si son correctos (o no) se toma sobre la base de criterios normativos objetivos, sin necesidad de apelar a consenso extra-epistemológico, por ejemplo, en términos de intereses extra-científicos. Franklin, por supuesto, no niega que los datos son susceptibles de distintas interpretaciones ni niega que la ciencia sea, en un cierto sentido, un producto social en tanto es construida por un cierto grupo social. Pero ello involucra siempre un proceso de discusión racional, inventiva y crítica. Las teorías científicas confrontan una naturaleza no-pasiva en tanto los científicos intervienen en ella a través de sus experimentos. Teorías, su testeo, y los experimentos son todos falibles. Pero nada de ello impide el rol fundamental y decisivo que la evidencia empírica, en general, y los experimentos, en particular, juegan en la elección de teorías. Tanto la teoría como su testeo empírico y los experimentos utilizados en él son corregibles mediante el uso de *standards* objetivos. Prueba de ello, según Franklin, es que no hay episodio alguno en la historia de la ciencia, en el cual la decisión científica haya sido hecha en contra del peso de la evidencia experimental.

Pickering no acepta estrictamente ninguna de las notas (a)-(c). Aceptaría (a) pero con una distinta versión de lo que debe ser entendido por razonable, y rechazaría rotundamente (b)-(c). La concepción de Pickering satisface las

⁸ Para enfatizar la relevancia de los modelos epistemológicos que ambos defendieron en la disputa, es conveniente recordar que Franklin señaló claramente que estaba escribiendo su libro publicado en 1986 para responder y oponerse a las propuestas defendidas por Pickering en *Constructing Quarks* (1984).

notas caracterizadoras del “constructivismo social” propuestas por A. Fine (1996): (i) las creencias varían en el tiempo; ellas son siempre relativas a determinadas circunstancias sociales dominantes. Esto es obviamente aceptado por Pickering quien afirma que los físicos, alrededor de 1980, aceptaron los resultados experimentales confirmando la teoría de Salam-Weinberg porque estaban interesados en una teoría que permitiera unificar diversas áreas de fenómenos, y no porque los experimentos fueran realmente conclusivos, (ii) toda creencia (verdadera-falsa, racional-irracional) debe ser explicada y aceptada en términos de causas operando localmente, y no en términos del carácter específico de la creencia; es decir que, en lugar de razones, se debe apelar a causas sociales: no se acepta una hipótesis porque es aproximadamente verdadera, sino por el modo en que los miembros de la comunidad científica negociaron entre ellos para concluir su aceptación, y (iii) los factores sociales contingentes son siempre relevantes para explicar las creencias. Pickering mismo acepta ser llamado “constructivista social” y caracteriza a su postura como “oportunisto en contexto”⁹. Los científicos, por ejemplo, en el caso de los experimentos supuestamente confirmatorios de la teoría de Salam-Weinberg, aprovecharon la oportunidad del contexto socio-cultural de los físicos alrededor de 1980 para decidir que el experimento realizado en Stanford confirmaba a dicha teoría¹⁰.

(2) *¿Cuándo y cómo terminan los experimentos?* Mientras que Franklin sostiene que siempre hay criterios objetivos para decidir ello, Pickering afirma que a esos experimentos se los hace finalizar (*they are made to end*). Esto sucede porque la práctica de laboratorio, según Pickering, es plástica; siempre hay circunstancias, factores, intereses para interpretar los datos experimentales de modo diverso. Es por ello que los experimentos no son siempre finales; ellos devienen finales por una decisión de los científicos no fundada básicamente en la evidencia empírica, pues siempre intervienen factores contextuales. Todo es, en principio, negociable. Más precisamente: hay tres elementos fundamentales constitutivos de tal plasticidad: (i) los materiales utilizados en el dispositivo experimental, (ii) los recursos explicando el funcionamiento de (i), y (iii) el modelo teórico del mundo utilizado. En verdad, (i) y (ii) proveen los datos para evaluar (iii). La interacción entre (i), (ii) y (iii) da siempre lugar a juicios, y el consenso de la comunidad científica acerca de dichos juicios no está determinado

⁹ Pickering habla de construcción de los hechos; por ello es que reiteradamente señaló que “jamás diría que ‘Constructing Quarks’ es acerca de las ideas de quarks” (Carta del 6 de junio de 1997).

¹⁰ Por el contrario, para Franklin, “la elección fue razonable, basada en evidencia experimental convincente” (1990: 174).

unívocamente por los datos empíricos: esto es lo que permite hablar de “construcción de los hechos”. En todo el proceso se produce una simbiosis creciente entre teoría y experimento¹¹.

Franklin, por el contrario, sostiene que los experimentos por sí mismos y debido a la presencia de fuertes restricciones de diverso tipo que funcionan como normas objetivas, siempre desembocan en un fin o terminación aceptado consensualmente por la comunidad, cuya decisión no está basada en algo extraepistemológico; o sea, que la elección por parte de la comunidad científica de considerar a un experimento como finalizado dando cuenta o presentando un determinado hecho objetivo está basada en la experiencia empírica disponible. No todo es negociable; no hay lugar para negociaciones extraepistemológicas, o lo que es lo mismo, la interacción entre (i)-(ii) y (iii) no deja lugar para juicios susceptibles de tal negociación. Por supuesto que hay simbiosis gradual entre teoría y experimento, pero sin la necesidad de la presencia de factores extraepistémicos.

Para ambos, Franklin y Pickering, la decisión de los científicos es razonable, pero lo que la hace así es distinto para ambos. Lo es para Franklin porque la misma está basada en evidencia convincente; lo es para Pickering por la presencia de una serie siempre abierta de razones, entre las cuales la evidencia empírica no es jamás el factor exclusivo o decisivo. Hay, pues, para este último, una cierta autonomía de la teoría (hay siempre abierta la posibilidad de otras elecciones con relación a ella), mientras que para Franklin el desarrollo de una teoría en el tiempo es mucho menos autónomo porque está determinado férreamente por los resultados experimentales y solo por ellos.

(3) *¿Cómo se debe escribir la historia de la ciencia?* Pickering, en tanto constructivista social, satisface criterios caracterizadores de este señalados por I. Hacking (1999), muy especialmente los del contingentismo y externalismo. Los hechos “construidos” por los científicos son el producto contingente de decisiones sobre juicios presentes (externos a la ciencia misma) en un determinado contexto sociocultural¹². Por ende, la historia

¹¹ De acuerdo a Pickering, la articulación científica de lo real es el resultado del reiterado refuerzo pragmático entre la práctica material, la actividad modeladora instrumental de dicha práctica, y la elaboración de modelos del mundo empírico. Todos ellos, según él, son ajustables en un determinado momento (plasticidad), aunque ninguno de ellos es igualmente plástico.

¹² En tanto contingentes, son evitables. De acuerdo con Hacking (1999), el carácter evitable de los resultados científicos es la primera característica distintiva de todo programa

de la física de alta energía es, según Pickering, un producto de un mundo cultural específico de alrededor de 1980. En tal sentido, dicha historia está también socialmente construida. Ella podría haber tomado un rumbo diferente; más estrictamente, los científicos podrían haber tomado otras decisiones y los hechos científicos mismos podrían haber sido distintos. Es decir que la física podría haber tomado una dirección distinta a la de la adopción de los quarks; al decir de Pickering, podría haber seguido *a non-quarky way*, y podría haber sido, según él, igualmente exitosa¹³.

Como en opinión de Franklin, los hechos científicos no son contruidos, la historia de la física de alta energía no es un producto contingente; por el contrario, la propuesta de quarks fue, en su momento, inevitable; es más, partes cruciales de la historia de la física lo fueron, y no se necesita ninguna explicación externa (apelando a factores locales extra-científicos), como en el caso de Pickering, para justificar ello.

4. UNA INTERPRETACIÓN ESTRUCTURALISTA MÁS ALLÁ DE LA POLÉMICA

La polémica Franklin-Pickering es acerca de un problema que, desde el punto de vista estructuralista, pertenece a la filosofía especial de las ciencias, pues tiene que ver con una cuestión relativa a una teoría científica en particular.

En la concepción estructuralista, una teoría física puede identificarse (en una caracterización simplificada) como un par ordenado $\langle M, I \rangle$, donde M (llamado *núcleo*) es la extensión de un predicado conjuntístico (o sea, el conjunto de los posibles modelos del sistema de axiomas que definen a tal predicado) e I es el conjunto abierto de sus reales aplicaciones. El núcleo es uno de los aspectos de la teoría que permanece incambiado durante los

constructivista. Hay, según él, diferentes gradaciones de constructivismo social dependiendo de las diferentes gradaciones de compromiso con (1) X es evitable, (2) X es algo malo, y (3) el mundo sería mejor sin X . Si X es un quark, Pickering aceptaría (1), pero no (2) ni (3). Lo mismo ocurriría si X es la historia completa de la física de alta energía. Esto explica por qué la postura de Pickering es considerada como moderada con relación al constructivismo social.

¹³ Coincidimos al respecto con I. Hacking (1999) cuando señala que no es claro ni poco creíble cuál podría ser esa dirección igualmente exitosa. Nunca constructivista social alguno dio ejemplos de ese posible *non-quarky way* ni jamás se explicó cómo podría ser igualmente exitoso.

diversos intentos de usar la estructura matemática definida por el sistema de axiomas para hacer afirmaciones empíricas.

La discusión Franklin-Pickering no es acerca del núcleo teórico porque para ambos (de estructurarse la teoría Salam-Weinberg al estilo Sneed-Stegmuller) el núcleo sería el mismo, sino acerca de la aceptabilidad (o no) de determinadas afirmaciones empíricas, o más precisamente, acerca de por qué llegaron a aceptarse.

Sneed recomienda al respecto que para aceptar una teoría “uno debe observar en detalle, cómo la evidencia empírica disponible sostiene o apoya a las afirmaciones de la teoría” (1979: 261). Es aquí donde difieren Franklin y Pickering ante los distintos experimentos. Franklin sostiene que los datos empíricos eran objetivamente conclusivos en pro de la aceptación de la hipótesis de las corrientes electro-débiles mientras que Pickering creía que *fuleron* hechos conclusivos.

Sneed nos alecciona acerca de algo particularmente relativo a los primeros experimentos (Oxford-Washington, 1969-1970) sobre los cuales, como ya señalamos, Franklin y Pickering adoptaron posturas muy diferentes. Sneed afirma que podría darse el caso de que un intento particular de usar H para hacer una afirmación acerca de I fuera no exitoso (como en esos experimentos fallidos de 1969-70 para certificar la violación de paridad), y, sin embargo, sería plausible seguir sosteniendo que la teoría tendría éxito posteriormente, tal como lo supuso la comunidad de físicos de alta energía en ese momento (*Ibid.*: 279-280).

Sneed, pues, es fiel a lo que realmente sucedió en el caso histórico estudiado, y, como veremos, lo justifica como una decisión racional, en oposición a Pickering al respecto. Pero lo que afirma Sneed es más fuerte que lo que sostiene Franklin: aún si hubieran sido bien realizados los primeros experimentos de 1969-70 (contra lo que afirma Franklin para el cual hubieron fatales errores experimentales) y hubieran mostrado realmente la inexistencia de violación de paridad, hubiera sido perfectamente racional que los científicos hubieran seguido aceptando la teoría de Salam-Weinberg. Esto da cuenta, según Sneed, de “la tenacidad con que se retienen las teorías de física matemática ante la presencia de datos recalitrantes” (1979: 290). Ello es así porque “es dudoso que, ante reiterados fracasos, los científicos fueran tan lejos hasta abandonar realmente a la teoría a menos de que dispusieran en ese momento de una teoría que fuera más prometedora” (*Ibid.*: 304). Pero esto es lo que sucedió exactamente en el caso histórico en discusión pues no había teoría alternativa igualmen-

te exitosa; y además, como dice Sneed “unos pocos fracasos no indican necesariamente el desastre” (*Ibid.*: 306). Y no se buscó teoría alternativa porque esos fracasos iniciales no se repitieron más allá de un tiempo prudencial; por el contrario, como discutimos más arriba, comenzaron a darse experimentos considerados por la comunidad científica como confirmatorios de la hipótesis de violación de paridad. Tal como lo explica Sneed, “solo cuando la teoría fracasa reiteradamente en satisfacer las expectativas es que se considera dejarla de lado” (*Ibid.*: 307).

Para abordar el desarrollo en el tiempo de los distintos experimentos que desembocaron en la confirmación de la teoría de Salam-Weinberg (SLAC, 1979), debe tomarse en cuenta la postura estructuralista acerca de la evolución de una determinada teoría. En el caso de la evolución en el tiempo de la teoría de Salam-Weinberg, la introducción de nuevas leyes como la de la existencia de corrientes electro-débiles neutrales produce un proceso de especialización que da lugar a una “red teórica”. Además, tal ley fue puesta a prueba mediante el testeo empírico de la presencia de violación de paridad. El tratamiento de este nuevo ingrediente de testeo empírico se refleja en la concepción estructuralista en la introducción del concepto de “red teórica pragmáticamente enriquecida” (Stegmuller, 1979) que se obtiene a partir de teorías pragmáticamente enriquecidas, cada una de las cuales es una cuaterna $\langle M, I, CC, h \rangle$ donde CC es una comunidad científica, y h es un determinado intervalo de tiempo durante el cual CC intenta aplicar M.

En nuestro caso, el período histórico ($h_i < h_j$) estudiado es el que va desde los primeros “fallidos” experimentos para certificar la violación de paridad (1976-77) hasta el experimento decisivo, según la interpretación de Franklin, en Stanford (1979). En términos estructuralistas, se produce en tal intervalo de tiempo una “evolución teórica”, es decir una secuencia que, por una parte, va de R a R' donde R' es obtenida a partir de R por al menos una especialización a partir de R (la teoría de Salam-Weinberg) y que, por otra parte, tiene fuertes “rasgos epistémicos” distintivos relacionados a cuestiones de confirmación de la violación de paridad. En términos más estrictos, se trató de establecer si el conjunto I fue firme (bien confirmado) para todos (unanimidad general) los miembros de CC durante el período H^{14} .

Es evidente que a lo largo de todo el período 1976-1979, el conjunto I no fue firme. No lo fue al comienzo, y sólo alcanzó tal estatus desde 1979

¹⁴ Véase, Stegmuller (1979: 30).

(SLAC) en adelante. La evolución, sin embargo, fue “progresista” porque “el conjunto de las aplicaciones firmes N_j [1979] incluyó al conjunto de aplicaciones firmes N_i [1969]”¹⁵. Hay en este caso un sucesivo crecimiento de aplicaciones firmes.

En verdad, el caso que nos ocupa es, desde la perspectiva estructuralista, un ejemplo de la presencia de tres tipos de progreso científico, (1) progreso teórico, en tanto se produjo un refinamiento de las teorías que constituyen la red teórica en cuestión¹⁶, (2) progreso empírico pues involucró el sucesivo incremento de las aplicaciones reales de la teoría, y (3) progreso en confirmación en donde elementos de I no aceptados unánimemente como firmes fueron transformados en elementos firmes. Es obvio que si bien se dieron los tres tipos de progreso, la discusión fue básicamente acerca de la existencia (o no) de progreso en confirmación: mientras Franklin y la comunidad de físicos involucrados lo afirmaba rotundamente, Pickering sostenía que había sido “construido”.

Nos resulta claro cómo la versión estructuralista nos permite enriquecer la comprensión de la discusión al introducir modos nuevos de hablar con renovados aportes teórico-epistémicos. Tal enriquecimiento se torna aún más obvio si nos preguntamos si se produjo en algún momento lo que Stegmüller llama “ramificación teórica” y “ramificación progresiva empírica”¹⁷. En última instancia, ambos tipos de ramificación involucran decisiones de los científicos que van más allá del dominio de la razón teórica y decisiones de razón práctica (no reducibles a cuestiones relativas al apoyo provisto por la evidencia empírica).

Hay ramificación progresiva teórica cuando pueden ser producidos exitosamente dos refinamientos distintos en la red teórica, y si ello ocurriera simultáneamente, acaecería pagando el precio de inconsistencia y de incompatibilidad con los datos empíricos aceptados. Pudo haber tal tipo de ramificación si, al comienzo, ante la incompatibilidad aparente entre la teoría de Salam-Weinberg y los datos empíricos (1976-77), algunos científicos se hubieran inclinado a rechazar la teoría. Pero no fue así, aunque Pickering haya sostenido que hubieron suficientes razones para ello. Tal situación es un claro ejemplo de que las razones en términos de evidencia

¹⁵ Stegmüller (1979: 31).

¹⁶ “Si una red N' es obtenida a partir de una red N mediante una o más especializaciones, llamamos a N' un refinamiento de N ...” (*Ibid.*: 27).

¹⁷ Véase, Stegmüller, *op.cit.*: 33-34.

empírica no agotan la racionalidad científica, y enfatizan, como lo propone Stegmuller, la dimensión práctica de la razón. Tal como lo reconoce Pickering, los científicos siguieron sosteniendo la teoría aunque cierta evidencia empírica no la favorecía, la cual era desde el sistema de valores de la comunidad científica inabandonable por su notable poder unificador (valor para ellos innegociable).

De acuerdo a lo acontecido históricamente con la confirmación de la violación de paridad, debemos concluir que tampoco hubo, desde 1969-70 a 1979, ramificación progresiva empírica; además experimentos posteriores a SLAC confirmaron reiteradamente la violación de paridad.

En relación, pues, con la dinámica de teorías, Franklin y Pickering difieren acerca de qué es para un científico “sostener” o “aceptar” una teoría, lo cual incluye, para la concepción estructuralista, no solo una investigación detallada de cómo la evidencia empírica disponible sostiene o apoya a la teoría (aquí es donde residía el mayor desacuerdo entre Franklin y Pickering), sino también qué modificaciones habría que haber hecho si sus predicciones hubieran fallado, y, al decir de Sneed, quizás muchas otras cosas acerca de la teoría, como, por ejemplo, tener en cuenta el carácter unificador de la teoría, y el carácter no conclusivo *per se* de los ejemplos empíricos no confirmatorios.

5. CONCLUSIONES

No hay duda de que, desde un punto de vista epistemológicamente amplio, Pickering se comporta en la polémica como un constructivista social, mientras que Franklin luce como un realista moderado. Ello es así si nos centramos especialmente en el núcleo de la polémica, o sea en cómo se interpretan los datos provistos por un experimento, e incluso, más específicamente si ponemos el acento en la cuestión de cuándo esos datos confirman (o no) a una determinada hipótesis. Creemos que la postura estructuralista (Sneed-Stegmuller) está también más allá de esas posiciones en la polémica; es decir, considera irrelevante aportar nuevas propuestas al respecto. Sneed hasta afirma que “yo no tengo nada que decir acerca de estas cuestiones epistemológicas tradicionales”¹⁸. Nosotros

¹⁸ J. Sneed (1979, 265). Y agrega: “Propongo concentrar todos los requisitos epistemológicos para afirmar que una persona ‘tiene’ la teoría <H, I> en el requisito de

agregaríamos que “no necesita decir” algo más al respecto, porque a él como a todo estructuralista acerca de las teorías físicas les basta con la elucidación de la dinámica de teorías en los términos arriba señalados: describiendo los modos en que los científicos operan y justificando por qué lo hacen.

6. REFERENCIAS

- Fine, A. (1996): “Science Made Up”, en P. Galison y D. Stump (eds.), *The disunity of science: boundaries, contexts, and power*, Stanford, Stanford University Press.
- Franklin, A. (1986): *The neglect of experiment*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (1990): *Experiments, right or wrong*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (1988a): “Avoiding the experimenter’s regress”, en N. Koertge (ed.), *A house built on sand*. Nueva York-Oxford, Oxford University Press, pp. 151-165.
- _____ (1988b): “Do mutants die of natural causes?”, en N. Koertge (ed.), *A house built on sand*. Nueva York-Oxford, Oxford University Press, pp. 165-180.
- Galison, P. (1987): *How experiments end?*, Chicago-Londres, University of Chicago Press.
- _____ (1988): “Multiple constraints, simultaneous solutions”, en A. Fine y J. Leplin (eds.), *PSA 1988*, East Lansing, Michigan, Philosophy of Science Association, pp. 157-163.
- Hacking, I. (1999): *The social construction of what?*, Cambridge-Londres, Cambridge University Press.
- Pickering, A. (1984): *Constructing quarks: a sociological history of particle physics*, Chicago, The University of Chicago Press.
- _____ (1991): “Reason enough? More on parity ‘violation experiments and electroweak Gauge Theory””, en A. Fine, M. Forbes y

que ella tiene ‘evidencia observacional [al respecto]’. Al hacer esto, admito a la noción ‘evidencia observacional’ como una noción primitiva no analizada. Hago esto no porque crea que la noción no sea problemática, sino sólo porque no tengo nada que agregar a la solución de los problemas conectados con ello”. No nos cabe duda de que Sneed afirmaría que los experimentos relacionados a la hipótesis de violación de paridad desde 1979 (SLAC) proveyeron evidencia observacional a la teoría de Salam-Weinberg.

L. Wessels (eds.), *PSA 1990*, vol. 2, East Lansing, Michigan, Philosophy of Science Association, 459-469.

_____ (1992): *Science as practice and culture*, Chicago, University of Chicago Press.

_____ (1995): *The mangle of practice. Time, agency and science*, Chicago, University of Chicago Press.

Sneed, J. (1979): *The logical structure of mathematical physics*, Dordrecht-Boston-Londres, D. Reidel Publishing Company.

Stegmuller, W. (1976): *The structure and dynamics of theories*, Nueva York-Heidelberg-Berlin, Springer-Verlag.

Stegmuller, W. (1979): *The structuralist view of theories. A possible analogue of the Bourbaki programme in physical science*, Berlin-Heidelberg-Nueva York, Springer-Verlag.

