



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

CONTROVERSIAS EN EL EFECTO CASIMIR

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MAESTRO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA  
P R E S E N T A :  
LUIS IGNACIO REYES GALINDO

UNAM  
POSGRADO   
Filosofía de la  
Ciencia

DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. SANDRA LUCÍA RAMÍREZ SÁNCHEZ

NOVIEMBRE 2007





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recopilado.

NOMBRE: Luis Ignacio Reyes Galindo

FECHA: 28 Octubre 2007

FIRMA: [Handwritten Signature]

*Surely it's obvious.  
Doesn't every schoolboy know it?  
Ends are ape-chosen; only the means are man's.*

*-Aldous Huxley, Ape and Essence*



# Agradecimientos

Gracias a mis padres y hermana por todo el apoyo, y por soportar una más de mis decisiones excéntricas. No se preocupen, todavía quedan el doctorado y el postdoc para más sorpresas.

A Claudia, ocho mil gracias -más ocho- seguirían siendo insuficientes. Esta tesis (oh, perdón, trabajo final de investigación) está llena de tí. Gracias a Colberto por el ruidito y la eterna peladez.

A Mauricio y Héctor, por la amistad incondicional.

A la tropa psicotrópica, Lilo, Monk, Enevé, Cereza, Fariás y Fer Caballo.

Incontables gracias a mi ama académica, mi gurú por el escabroso mundo de la filosofía y otros demonios desde el mismísimo principio. Pero sobre todo, por una linda amistad. Wachigracias a Sue Eminencia Sandr(it)a.

Gracias por los comentarios y observaciones que hicieron a este trabajo mejor, los miembros de mi jurado, el Dr. Álvaro Peláez Cedrés, Dr. Eduardo González Luna, Dr. Rodolfo Suárez y Dra. Ana Rosa Pérez Ransanz.

Gracias a todos mis maestros y al personal administrativo del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM. En particular, gracias a la Dra. Adriana Murguía sin quien esta tesis sería mucho menos digna de leerse.

Un gracias-no-estándar al resto de la Liga de la Justicia, el Dr. Raúl Esquivel y Don Jeffrey Bárcenas. Gracias a la Fundación Nogues por, una vez más, soportarnos a nosotros truhanes.

And now, we turn to the international section of our program. Warm thanks to the Faculty of Philosophy of the University of Groningen, but most particularly to Drs. Katherine Gardiner and Dr. Menno Rol for their immense hospitality, a bike, and the smoked herring.

To my good friend Léon, a Bergsonian thank you for so many good times in Groningen.

Thanks to Dr. Davide Iannuzzi at the Vrije Universiteit Amsterdam and Dr. George Palasantzas at RuG for their interest in this project, interesting conversations, and the chance to visit Leiden.

A very special thanks to Dr. Hans Radder for friendly advice and discussions throughout the writing of this thesis.

And finally, a big, big dziękuję to a very special koteczka.

Agradezco a CONACYT por la beca de maestría y al Programa de Movilidad Estudiantil de la UNAM por la oportunidad de visitar Holanda y recopilar material de análisis invaluable para la escritura de este trabajo.

# Contenido

<b>Capítulo 1: El estudio de controversias, EPOR y las críticas de H. Radder</b> .....	<b>1</b>
<i>Breves antecedentes históricos del estudio de controversias</i> .....	1
<i>El Programa Empírico del Relativismo (EPOR - Empirical Program of Relativism)</i> .....	2
<i>EPOR y la construcción social del conocimiento</i> .....	2
<i>EP: Programa Empírico</i> .....	3
<i>R: Relativismo</i> .....	3
<i>EPOR y el estudio de controversias</i> .....	4
<i>Dos críticas al relativismo de EPOR: La crítica reflexiva</i> .....	5
<i>La crítica normativa</i> .....	6
<b>Capítulo 2: en el cual el autor se declara abiertamente realista</b> .....	<b>9</b>
<i>La venganza de C.P. Snow</i> .....	9
<i>Realismo científico versus relativismo</i> .....	11
<i>La relatividad y el conocimiento científico</i> .....	12
<i>¿Unión o división?</i> .....	13
<i>El criterio de Co-Referencia</i> .....	15
<i>Co-Referencia y realización material como elementos de continuidad</i> .....	16
<b>Capítulo 3: El mero mole. Controversias en el efecto Casimir</b> .....	<b>20</b>
<i>¿Por qué estudiar una controversia?</i> .....	20
<i>Una breve historia de la teoría del efecto Casimir</i> .....	22
<i>Controversia(s)</i> .....	24
<i>El experimento entra en escena</i> .....	25
<i>Experimentos de alta precisión</i> .....	25
<i>La controversia plena: precisiones, modos transversales, y otras bestias</i> .....	26
<i>El modelo de Drude</i> .....	28
<i>QFEXT 2005</i> .....	29
<i>Desarrollos Recientes (2006-2007)</i> .....	29
<i>¿La controversia? No... las controversias</i> .....	30
<b>Capítulo 4: Observaciones Finales y Conclusiones</b> .....	<b>32</b>
<i>La Filosofía de la Ciencia en Acción</i> .....	32
<i>¿Existen reglas en el quehacer científico?</i> .....	34
<i>Comentarios finales</i> .....	35
<b>Bibliografía</b> .....	<b>37</b>

# Capítulo 1: El estudio de controversias, EPOR y las críticas de H. Radder

*"Oye ahora Mi breve descripción de este campo de actividad y como está constituido, como ha cambiado, su origen, quien es el experto en el campo, y cuales son las influencias sobre éste."*

*-El Baghavad-Gita, Capítulo XIII, Texto V*

## Breves antecedentes históricos del estudio de controversias

Bien puede argumentarse que es T. S. Kuhn quien introduce el estudio de las controversias científicas a los estudios filosóficos de la ciencia, y que es la escuela de Edimburgo mediante el proyecto del Programa Fuerte de la Sociología del Conocimiento (SSK por sus siglas en inglés) quien expande el tema. Por lo menos así lo recuenta Harry Collins en su clásico *Changing Order*, para después agregar que no obstante estos primeros intentos, no es sino hasta la aparición de su Programa Empírico del Relativismo (EPOR) donde las controversias juegan sin duda el papel principal. Ciertamente, aunque las famosas 'revoluciones' de Kuhn son episodios de ciencia controversial, la preocupación principal de éste es en el cambio conceptual o teórico, y no es sino hasta que se introduce plenamente el 'elemento sociológico' de SSK dentro del análisis de controversias que estos episodios reciben un tratamiento satisfactorio como procesos culturales. Por ejemplo, en su *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity* Kuhn relata lo que seguramente es uno de los episodio más importantes de transformación conceptual en la historia de la física, la transición desde la física clásica de finales del siglo XIX a la física cuántica temprana del siglo XX. La historia gira alrededor de una figura principal, Max Planck, y la manera en que a través de la resolución del 'problema del cuerpo negro' finalmente se consolidó la mecánica cuántica como parte indiscutible del status quo de la Física. Pero poco hay ahí más allá de un narración sobre como se transformaron las teorías de Plank a través del tiempo, ilustrado mediante numerosas ecuaciones a lo largo del texto (las cuales Kuhn explica agudamente).

Con la introducción del Programa Fuerte, SSK insistió en que, desde una perspectiva sociológica, un análisis como el de Kuhn resultaba completamente insatisfactorio. De hecho, no sería exageración decir que para el Programa Fuerte de SSK, *BBT&QD* resultaría carente de cualquier sustancia al hacerse nula referencia a la explicación social, que para la escuela de Edimburgo es la única fuente válida de explicación causal del conocimiento (de acuerdo al cuarto principio del Programa Fuerte). SSK dedicó entonces sus esfuerzos a revisar muchas de las historias clásicas de la ciencia para iluminarlas con el faro de la explicación social. Los métodos y resultados de esta empresa, si bien tremendamente influyentes en la academia

especializada, han sido tan duramente criticados por sus detractores como fueron alabados por sus seguidores. Entre los numerosos reclamos a SSK es que la elección de episodios históricos da lugar a explicaciones que de causales no tienen nada, y más bien resultan en cuentos sumamente interesantes pero poco convincentes; relatos elaborados a posteriori y con argumentos ajustados a merced de los deseos del escritor.

Después del Programa Fuerte, el siguiente escalón evolutivo o 'segunda ola' de la sociología de la ciencia es el EPOR de Harry Collins, que toma directamente del PF la mayoría de la normatividad programática, pero basándose en episodios que se analizan directamente en el presente. EPOR sustituye los análisis históricos del PF por los estudios de caso empíricos; trabajo de campo, usualmente realizado en el laboratorio y con claras influencias de la antropología y la etnografía. Más adelante explicaré como este enfoque permite a EPOR contestar a los críticos del PF, por ejemplo, sobre la imposibilidad de aplicar el principio de reflexividad hasta sus últimas consecuencias.

## El Programa Empírico del Relativismo (EPOR, Empirical Program of Relativism)

EPOR es un programa metodológico en espíritu similar al Programa Fuerte, y que de hecho toma la mayoría de los elementos de éste prácticamente sin modificarlos, i.e. los principios de causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad y la búsqueda de explicaciones sociales 'fuertes'.<sup>1</sup> La gran novedad del programa es la introducción de estudios empíricos como fuente de material de análisis. Es así como empiezan a proliferar los estudios de caso de laboratorios científicos y los episodios de controversias. Al aplicar los principios del Programa Fuerte al conocimiento naciente o en proceso de construcción se evita automáticamente (o por lo menos así se alega) la acusación de que las explicaciones sean adecuadas a los resultados.<sup>2</sup> Collins propone además tres pasos críticos para abordar el análisis de la construcción del conocimiento científico que son el corazón metodológico de EPOR:

- a) *Demostrar la flexibilidad interpretativa de los datos experimentales.*
- b) *Mostrar los mecanismos mediante los cuales debates potencialmente abiertos son de hecho cerrados (describir los 'mecanismos de cierre').*
- c) *Relacionar los mecanismos de cierre a la estructura social y política.*

## EPOR y la construcción social del conocimiento

Es la búsqueda de la causalidad en términos exclusivamente sociales lo que le da el adjetivo 'fuerte' a SSK y EPOR frente a posiciones 'débiles' como las de Kuhn ó Merton: para los primeros es superflua la inclusión del mundo material (no-humano) para dar sentido a la producción del conocimiento: no basta mencionar que los procesos socioculturales influyen al científico y sus actividades; es necesario decir que los determinan. Evidentemente, una tesis tan radical tiene consecuencias igual de extraordinarias.

Es difícil trazar una línea simple de la trayectoria que los críticos de SSK y EPOR ha tomado, pues la variedad es inmensa. Por ejemplo, Bruno Latour, quien en sus inicios era fácilmente identificable con SSK, hoy en día es uno de sus más férreos críticos. Latour sostiene que el Programa Fuerte ha sustituido la 'determinación material' del positivismo por una 'determinación social' igualmente absurda.<sup>3</sup> A estas acusaciones, Bloor ha contestado en un artículo reciente y particularmente mordaz que ni él ni ningún miembro de SSK ha jamás sostenido ni podría sostener semejante absurdo (en un ejercicio de amnesia absoluta, debe recalarse).<sup>4</sup> Por otro lado, Collins oscila continuamente entre ambos polos, y a pesar de ser un autor muy cercano al Programa Fuerte, ha citado a sus miembros más representativos (Bloor, Barnes, Law,

<sup>1</sup> En el caso de la reflexividad, Collins mantiene una posición a veces paralela pero usualmente opuesta con el Programa Fuerte. M. Ashmore, *The Reflexive Thesis*, Chicago: The University of Chicago Press (1989)

<sup>2</sup> Como mostraré más adelante, la crítica no es contestada satisfactoriamente, pues uno puede preguntarse qué sucede cuando los resultados de EPOR -la subdeterminación empírica- se aplican a EPOR mismo.

<sup>3</sup> B. Latour, "For Bloor and Beyond - a Reply to David Bloor's 'Anti- Latour' "

<sup>4</sup> D. Bloor, "Anti-Latour", *Studies in History and Philosophy of Science* 30 (1999) 81-112

Mulkay y el mismo Collins) como parte de aquellos que ‘inspirados en particular por Wittgenstein, y más recientemente por los fenomenólogos y los etnometodólogos, adoptan un relativismo explícito para el cual el mundo natural tiene un papel pequeño o nulo en la construcción del conocimiento científico’ (esto lo afirma sin connotaciones negativas), en contra del anti-relativismo que Bloor suele defender.<sup>5</sup> Asimismo, hay quienes posicionan a Latour dentro de SSK, como sucedió en las famosas Science Wars donde cualquier enfoque sociológico del conocimiento científico era igualmente dañino. Inclusive Collins ha sido acusado de no ser suficientemente relativista, a lo que Collins suele contestar que su relativismo no puede ser más radical.<sup>6 7</sup> A causa de esta discusión serpentina, me limitaré a señalar los que me parecen los puntos fuertes y débiles de EPOR, señalando como Collins ha tratado de defenderlos, y criticando estas defensas cuando es necesario y pertinente.

## EP: Programa Empírico

La más virtuosa de las propuestas de EPOR es su insistencia en la importancia de estudiar a la ciencia directamente en acción. Cabe aquí mencionar la relevancia que tuvieron los estudios etnometodológicos de Garfinkel con su énfasis en el estudio de las prácticas. Bajo la influencia de la etnometodología, la transición del enfoque de los estudios sobre ciencia desde el contexto de justificación lógico al contexto de descubrimiento es llevada a sus máximas consecuencias. En particular más adelante mencionaré la relevancia de los experimentos de confrontación (breaching experiments) al estudio de las controversias. Desde Garfinkel también pueden trazarse ideas importantísimas en la justificación del empirismo de EPOR: la importancia de la indexicalidad del conocimiento, idea profundamente ligada también al concepto de ‘conocimiento tácito’.<sup>8</sup> La etnometodología mostró a los sociólogos que el conocimiento situado no sólo es digno de explorarse, sino que debe tomarse como *el* objeto de estudio principal del sociólogo, y por supuesto, la única manera de hacerlo es olvidando los viejos métodos historicistas para dar paso a las investigaciones empíricas.

Una segunda fuente de inspiración importante es la sociología constructivista de Berger y Luckmann y su insistencia en la práctica social como institucionalización de la acción común. Una parte importante de su “Construcción social de la realidad”<sup>9</sup> está dedicada a elucidar las generalidades de los mecanismos mediante los cuales acciones comunes dan lugar a acuerdos, y acuerdos dan lugar a conocimiento. La visión del estudio del cierre de controversias como fin de procesos de negociación dentro de una comunidad es un ejemplo perfecto de su aplicación. Hasta Berger y Luckmann puede trazarse también parte del empirismo radical de EPOR, a través de su insistencia en el carácter contingente del conocimiento producto de la determinación social absoluta.

El trabajo empírico de EPOR evidenció uno de los señalamientos más impactantes que ya el PF había lanzado: la construcción de la ciencia dista mucho de ser el proceso aséptico, sencillo, honesto y directo que los libros de texto y artículos profesionales -pero sobre todo los científicos mismos- pretendían mostrar al público externo. Desde entonces gran parte del programa de los estudios sobre ciencia han hecho suya la labor de ‘desenmascarar’ el quehacer científico, sin que esto implique (necesariamente) una cruzada anti-científica.

## R: Relativismo

En *Changing order*, Collins escribe sobre su concepto de relativismo, “If cultures differ in their perception of the world, then their perceptions and usages cannot be fully explained by reference to what the world is really like. This is the ‘relativism’ to which I have referred in the Introduction.”

<sup>5</sup> H. M. Collins, “Introduction: Stages in the Empirical Program of Relativism”, *Social Studies of Science* 11 (1981) 3-10

<sup>6</sup> B. Godin, Y. Gingras, “The experimenters’ regress: from skepticism to argumentation”, *Studies in History and Philosophy of Science* 33 (2002) 137-152

<sup>7</sup> H. M. Collins, “The experimenters’ regress as philosophical sociology”, *Studies in History and Philosophy of Science* 33 (2002) 153-160

<sup>8</sup> H. M. Collins, “Tacit knowledge and scientific networks”, en B. Barnes, D. Edge, *Science in Context*, Cambridge: MIT Press (1982)

<sup>9</sup> P. L. Berger, T. Luckmann, *La Construcción Social de la Realidad*, Buenos Aires: Amorrortu (2005)

Collins traza ahí los orígenes de su posición relativista a esa vieja tradición escéptica conocida como duda metódica, que ejemplifica por medio del clásico argumento de Hume sobre el problema de la inducción. La idea general se resume en que, como han demostrado los escépticos sin lugar a duda, simplemente no existe una base empírica sólida sobre la cual basar absolutamente el conocimiento. Sin embargo, si uno examina una comunidad científica, siempre encontrará que sus miembros no sólo sostienen que existe conocimiento (el de la comunidad misma, por supuesto) sino que además hay una multiplicidad de razones fuertes para llamar a esto 'buen' conocimiento. Esto da lugar a dos tesis:

- a) No existen fundamentos epistémicos absolutos de ningún tipo de conocimiento.
- b) Dentro de comunidades científicas, existe de hecho 'conocimiento'.

Es un hecho que en la práctica se habla de 'buenos' y 'malos' experimentos. Pero señala Collins, esto sólo sucede cuando de antemano existen parámetros que determinan o acotan fuertemente lo que es un 'buen' resultado. En los períodos históricos que Kuhn llama de 'ciencia normal' la marcha de la maquinaria científica parece correr suavemente sobre criterios universalmente aceptados por la comunidad. Pero, ¿qué sucede en una controversia?

## EPOR y el estudio de controversias

Collins identifica tres tipos de práctica científica. Aquella que se hace en las fases kuhnianas revolucionaria, la ciencia normal, y a estas dos adiciona una nueva categoría, la fase extraordinaria: "The extraordinary phase, on the other hand, is easy to recognize. It is the site of a smaller scale controversy. Such controversy arises when claims are made that do not sit comfortably with the prevailing orthodoxy. When the stormy waters settle, what is left is the normal phase [...] in which nearly all science is actually done."

Esto es, la fase extraordinaria es una pequeña cresta de insatisfacción durante un período de ciencia normal que sin embargo no es lo suficientemente grande para generar una revolución. El grueso si no la totalidad del trabajo de EPOR consiste en el análisis de esta ciencia extraordinaria. Sobre las razones para esto, Collins escribe, "Because the establishment of skill and competence becomes important during a controversy we start to see better what goes into making of science. Processes which are normally hidden become visible."

Así mismo, en lo que es probablemente la compilación más interesante sobre estudios de caso de controversias, *The Golem*, Collins y Pinch ofrecen los siguientes argumentos sobre la importancia del estudio de controversias

"One feature of controversies is that they bring into sharp focus the competence of protagonists. Normally in science ability is taken for granted. However, in a controversy the specific scientific issues at stake and the abilities of the scientists involved are difficult to disentangle. [...] Because the establishment of skill and competence becomes important during a controversy we start to see better what goes into making of science. Processes which are normally hidden become visible. [...]"

Often in the course of scientific controversy previously ignored minutiae become highly relevant and hotly debated. As both sides try to cast doubt upon the others' arguments, more and more additional pieces of evidence get brought in."

El argumento central es claro. Durante una controversia los criterios implícitos de la ciencia salen a relucir inmediatamente, e inclusive procesos de los cuales un científico no estaría normalmente consciente se vuelven visibles. Es precisamente en la arena de la controversia donde los gladiadores sacarán a relucir sus armas más poderosas, y por lo tanto donde la construcción del conocimiento científico puede observarse con mayor facilidad. Esto recuerda los experimentos de confrontación (breaching experiments) de Garfinkel, donde eventos anormales hacen evidentes los patrones que de hecho se siguen en la vida normal.

A partir de la indagación directa en episodios controversiales, Collins encontró que los cambios y las crisis no sólo se dan en el conocimiento mismo, como ya había mostrado Kuhn, sino que existe una pugna sobre cuales son los criterios mismos que muestran lo que es 'la verdad'. Ahora bien, ya a través de la tesis Duhem-Quine se había mostrado que el conocimiento teórico tiene bases inestables. ¿Pero qué sucede con el conocimiento empírico?

De nuevo, Collins hace referencia a sus propios estudios y llega a conclusiones sorprendentes. En el bien conocido episodio sobre la detección de ondas gravitacionales, describe como cuatro laboratorios independientes no sólo critican a sus colegas severamente usando criterios muy distintos, sino que también los experimentos restantes son criticados usando parámetros distintos. Esto es, en una controversia, inclusive lo que es un 'buen' experimento esta abierto a disputa.

Collins usa este hecho en su famoso problema del 'regreso al experimentador'. En una controversia la disputa sobre el conocimiento frecuentemente se pretende resolver en el terreno experimental, el árbitro máximo del científico. Pero, ¿si no existen criterios absolutos sobre lo que es un buen experimento como evidencian los estudios empíricos? Para Collins, esto significa un elemento de prueba adicional a favor de la tesis relativista. Pero entonces, si de hecho las controversias se terminan, ¿cómo es que este cierre es posible?

"Experimental work can only be used as a test if some way is found of breaking into the circle of the experimenter's regress. In most science the circle is broken because the appropriate range of outcomes is known at the outset. This provides a universally agreed criterion of experimental quality. Where such a clear criterion is not available, the experimenter's regress can only be avoided by finding some other means of defining the quality of an experiment; and the criterion must be independent of the output of the experiment itself."

Estos 'criterios independientes' del experimento, si no pueden encontrarse en la materialidad del experimento mismo ni en criterios epistémicos objetivos, sólo pueden tener un origen: los acuerdos, negociaciones o maniobras sociales de los actores involucrados. Siguiendo entonces la tesis kuhniana bajo esta luz, el cambio científico que se da en las revoluciones (solución de controversias) siempre es producto de procesos sociales, y no hay manera de argumentar satisfactoriamente a favor de una posición realista.

De acuerdo a los relatos de Collins, dentro de las comunidades una gran cantidad de negociaciones, peleas y dinámicas interpersonales se llevarán a cabo tal que una pequeña cantidad de experimentos se elevarán como patrones a seguir. Dichos procesos son necesariamente sociales (la tesis escéptica de nuevo) y por lo tanto lo que es un 'buen experimento' será juzgado a partir de lo que negociaciones sociales determinen lo que es un 'buen experimento'. (inclusive puede suceder que el 'buen experimento' sea aquel que se acople de mejor forma a alguna de las teorías que inicialmente estaban en pugna si esto determina la comunidad).

El espíritu relativista de la Sociología de la Ciencia post-kuhniana se ilustra perfectamente en el siguiente pasaje de la introducción a la antología *Science in Context*,

"Nature can be patterned in different ways: it will tolerate many different orderings without protest, as is shown by the great variety of orderings which have been and are successfully applied to it by experts, ancestors, aliens and deviants. No particular ordering is intrinsically preferable to all others, and accordingly none is self-sustaining. Specific orderings are constructed not revealed, invented rather than discovered, in sequences of activity which however attentive to experience and to formal consistency could nonetheless have been otherwise and could have had different results. Hence, in clearing its own specific body of knowledge a community commits itself to what is, in an entirely non-pejorative sense, a system of conventions. Even the lowest-level formulations of the verbal culture of natural science, its statements of matter of fact and its recorded findings, have a conventional character."

A partir de aquí el programa de EPOR empieza a aplicarse. Que el regreso al experimentador tiene como consecuencia que los datos experimentales siempre estén abiertos a escrutinio da lugar al primer paso metodológico: mostrar la flexibilidad interpretativa de los 'hechos' empíricos. Una vez que se muestra que los criterios de valor son en el mejor de los casos inestables, el siguiente paso es describir la manera en que los actores sociales negocian los resultados. En el caso de controversias cerradas, el hecho del cierre mismo indica que la negociación ha llegado a su fin, y debe entonces procederse al tercer paso (el elemento auténticamente sociológico) que es la explicación del cierre a favor de determinado actor o grupo de actores a partir de una tesis con causales socioculturales. Si la controversia está todavía abierta, el tercer paso es necesariamente omitido.

## Dos críticas al relativismo de EPOR: La crítica reflexiva

El relativismo de Collins y Pinch no está libre de las mismas críticas que se le han objetado siempre al Programa Fuerte. Ashmore discute la situación *in extenso*. El problema del relativismo está ligado muy cercanamente en la literatura con el famoso problema de la reflexividad, en referencia a uno de los postulados del Programa Fuerte, el cual dice que los métodos del programa deben de ser en principio aplicables al programa mismo. Si esto es llevado a sus últimas consecuencias, por ejemplo en EPOR, debería ser cierto que el regreso al experimentador es aplicable a EPOR mismo. Esto significaría a su

vez que las conclusiones de EPOR nunca podría decirse que son 'absolutamente dictadas por la evidencia'. Sin embargo, Collins mantiene que la reflexividad es un asunto sobre el cual no vale la pena siquiera perder el tiempo, a pesar de que autores como Laudan han señalado en numerosas ocasiones que la falta de reflexividad en EPOR da como resultado una contradicción muy clara entre los objetivos 'empiristas y los 'relativistas'.<sup>10</sup> Collins responde a este tipo de críticas de una manera peculiar entre los adherentes a SSK, utilizando el concepto de 'relatividad especial'.<sup>11</sup> De acuerdo con este principio, los científicos sociales que practican la sociología del conocimiento científico *'deben proceder a estudiar el mundo social de los científicos en la misma forma en que los científicos estudian el mundo natural'*. O en otras palabras, el científico social debe mantener la misma 'actitud natural' (proveniente de la fenomenología) hacia el mundo social que el científico natural mantiene hacia el mundo natural; esto a pesar de que el sociólogo debe mantener, como parte del programa, una actitud escéptica hacia el mundo natural. De hecho, en *Special relativism...* Collins es consecuente con la posición que ha mantenido durante su carrera: el sociólogo no sólo no debe preocuparse por la reflexividad, sino que dentro de EPOR *'la reflexividad es explícitamente rechazada'*.

## La crítica normativa

En *Changing Order* Collins subraya en la parte final del libro que el propósito de EPOR nunca ha sido ni será criticar a la ciencia con propósitos destructivos. Esto es porque como buenos empiristas, su declinación a cualquier propósito normativo permite la observación desinteresada de cualquier acción sobre el objeto de estudio. EPOR supone entonces que efectivamente puede lograrse una separación absoluta entre sujetos y objetos epistémicos en la sociología de la ciencia. Por medio de su (supuesto) desinteresado empirismo, EPOR se resguarda de muchos de sus críticos usando los mismos argumentos que los científicos naturales han usado a lo largo de la historia.

Me parece que su postura es sumamente débil en dos puntos. Primero, que la tesis reflexiva no puede descartarse simplemente con base en argumentos pragmáticos: 'si EPOR funciona para una buena descripción de la ciencia, ¿por qué preocuparse por tener alternativas?' Es bien sabido que las tesis de subdeterminación teórica y de la carga teórica de la observación son una aplicación a las ciencias naturales de criterios epistémicos mucho más amplios, y que estos criterios son relevantes a los procesos dentro de cualquier campo del conocimiento. La cuestión de si los resultados de EPOR son 'buenos resultados' es algo que necesariamente EPOR mismo es incompetente de resolver. En este sentido, la propuesta de la 'relatividad especial' es una buena respuesta, pues simplemente da por hecho que la auto-justificación de EPOR es algo imposible. Pero la pregunta '¿es EPOR una buena descripción de la actividad científica?' no desaparece por medio de la táctica del avestruz.

Pero creo que hay una crítica aún más fuerte a EPOR (distinta, pero estrechamente relacionada con el punto anterior). Supongamos que efectivamente EPOR va por el buen camino epistémico y que su descripción del mundo social de la ciencia es adecuado. ¿Significa esto que como pide Collins, el sociólogo debe abandonar cualquier pretensión normativa? "Sí" es la respuesta contundente de EPOR: la mejor forma de verlo es notando que la ciencia ha funcionado exitosamente durante siglos sin necesidad de intervenciones externas (i.e. que la posición de 'relatividad especial' del científico es fructífera para la ciencia misma). Inclusive, dichas intervenciones sólo podrían afectar negativamente la marcha de la gran máquina que llamamos ciencia. Es bien conocida la metáfora de Collins y Pinch de tratar a la ciencia como un Gólem, una bestia idiota que tanto crea como destruye, tanto ayuda como arruina. Sin embargo, la propuesta de Collins no incluye la búsqueda del control de semejante monstruo, y se queda meramente en la comprensión de sus orígenes, así como la abnegación ante sus destrozos. Muchos críticos de EPOR, y en ellos me incluyo, presentan esto como una de las grandes debilidades del programa, cuando no de una fuerte carencia de sustancia. Por ejemplo, subraya L. Winner sobre el EPOR (y el constructivismo en general)

"[...] Because purity of social science methodology is of such preeminent concern, it is likely that social constructivists will continue their research without taking a stand on the larger questions about technology and the human condition that matter most in modern history. [...] The methodological bracketing of interests and interpretations amounts to a political stance that regards the status quo and its ills and injustices with precision equanimity. Interpretative flexibility soon becomes

<sup>10</sup> Ver por ejemplo, L. Laudan, "A Note on Collins' Blend of Relativism and Empiricism", *Social Studies of Science* 12 (1982) 131-132

<sup>11</sup> H. M. Collins, "Special Relativism - the Natural Attitude", *Social Studies of Science* 12 (1982) 139-143

political indifference.”<sup>12</sup>

Me parece que la posición de EPOR es inaceptable: hoy en día reconocemos que una de las labores primordiales de los estudios sobre ciencia y tecnología es reclamar el que la sociedad puede y debe tomar las riendas de la producción científica y tecnológica. Asimismo, y a pesar de los debates inconclusos entre los filósofos de la tecnociencia sobre el determinismo tecnológico, existen numerosos ejemplos que muestran que El Gólem puede y debe ser sujeto de nuestras acciones y deseos.

Criticando sobre todo a Collins como el ejemplo más extremo del proyecto SSK, H. Radder ha hecho una evaluación exhaustiva de la falta de propuestas normativas en el constructivismo, aunque deja claro que no todos los constructivistas (e.g. MacKenzie) se proclaman normativamente neutros.<sup>13</sup> En especial señala al PF y EPOR como corrientes explícita y voluntariamente ‘alejadas’ de la normatividad. Sin embargo, Radder enfatiza correctamente que lejos de ser programas normativamente neutros (esto es imposible) sí son irreflexivos en torno al tipo de normatividad que están implícitamente diciendo; aunque se proclaman programas neutros las diversas corrientes de SSK de hecho responden a posiciones políticas subyacentes. De esto trataré en los siguientes párrafos.

En un interesante e ilustrativo intercambio de opiniones Radder, B. Wynne y V. Singleton han ahondado en las implicaciones normativas del constructivismo en sus dos vertientes principales para la sociología de la ciencia y la tecnología: EPOR y la Teoría de Acción Red (ANT) de Latour.<sup>14</sup> En una posición consistente a lo largo de su trabajo, Radder señala que EPOR es completamente ajeno en espíritu a prácticamente todos los programas de estudios sobre ciencia y tecnología modernos. Esto en sí mismo no es un defecto, pero nos lleva a preguntarnos cuáles son los propósitos de EPOR, explícitos e implícitos. La fijación del constructivismo en la representación ‘social’ del objeto material hace a estos programas alejarse totalmente del marco sociocultural en el que operan dichas representaciones tomándolo como algo ‘dado’; se actúa como si la ciencia existiera en una esfera divorciada de cualquier contexto material.

A pesar de tener opiniones encontradas con respecto a muchos temas, tanto Radder como Wynne han señalado que la posición de EPOR es en gran medida incompatible con el proyecto actual de los estudios sobre ciencia y tecnología. De acuerdo a Wynne, el marco referencial desde donde EPOR opera se remonta a posiciones obsoletas:

*Dualismo:* en su insistencia en la Simetría, el PF y su ‘variante de la escuela de Bath’ EPOR, siguen operando bajo el marco teórico que supone la existencia de ‘ganadores’ y ‘perdedores’. Para Wynne, el ANT de Latour ha mostrado más allá de cualquier duda razonable que el uso de estos conceptos es inadecuado por el grado de rigidez que conllevan. El argumento, a grandes rasgos, es que demandar simetría presupone que de hecho existen ganadores y perdedores como grupos perfectamente definibles y estáticos. Para ANT, en cambio, parte importante del proyecto descriptivo es la problematización de estos conceptos, la cual frecuentemente muestra que en una controversia (cerrada), las etiquetas ‘bando de los perdedores’ y ‘bando de los ganadores’ son conceptos que frecuentemente mutan y son redefinidos por los involucrados tanto en la controversia, como en su descripción. Al mismo tiempo, cuando EPOR describe una controversia parece moverse bajo la suposición de que la definición de los grupos en pugna es un asunto claro, y sobre todo, que dichos grupos parecerían ser entes estáticos.

*Realismo:* según Wynne, la neutralidad que demanda Collins implica que los actores mantienen ‘posiciones monovalentes que no son multidimensionales’, y que esto inclusive implica el regreso a un tipo de realismo, pues es opuesto a un verdadero constructivismo que enfatizaría la multiplicidad de posibles significados de las ‘posiciones’ e ‘intereses’ de los actores. Wynne sostiene (siguiendo a ANT) que el constructivismo de EPOR no es suficientemente radical. No sólo los artefactos, los hechos, los fenómenos y los conceptos alrededor de los cuales los ‘grupos’ pelean blancos de la deconstrucción; la identidad misma de dichos ‘grupos’ debe ser parte del proyecto constructivista. Wynne sugiere que este ‘esencialismo’ de los actores sociales es consecuencia del modelo de controversia adoptado por EPOR. Para Wynne y ANT, la descripción

<sup>12</sup> L. Winner, “Upon Opening the Black Box and Finding it Empty: Social Constructivism and the Philosophy of Technology”, *Science, Technology and Human Values* 18 (1993) 362-378

<sup>13</sup> H. Radder, “Normative Reflexions on Constructivist Approaches to Science and Technology”, *Social Studies of Science* 22 (1992) 141-173

<sup>14</sup> B. Wynne, “SSK’s Identity Parade: Signing-up, Off-and-On”, *Social Studies of Science* 26 (1992) 357-391, V. Singleton, “Feminism, Sociology of Scientific Knowledge and Postmodernism: Politics, Theory and Me”, *Social Studies of Science* 26 (1992) 445-468, H. Radder, “The Politics of STS”, *Social Studies of Science* 28 (1998) 325-331, “The Politic(ian)s of SSK: A Reply to Radder”, *Social Studies of Science* 28 (1998) 332-338, B. Wynne, “Reply to Radder”, *Social Studies of Science* 28 (1998) 338-344, H. Radder, “Second Thoughts on the Politics of STS: A Response to Replies by Singleton and Wynne”, *Social Studies of Science* 28 (1992) 344-348

correcta de una controversia no es la descripción de 'la lucha entre X y Y', sino el proceso, en que X y Y se definen como 'ganadores' y 'perdedores', así como la definición misma de estas etiquetas.

Singleton también es discípula de ANT (aunque Radder la coloca más cercana a la variante expuesta por J. Law que a Latour). En su estudio sobre pruebas ginecológicas en el Reino Unido, desarrolla el caso de esta controversia utilizando abiertamente el marco teórico de ANT. Este interesante artículo es ilustrativo para ejemplificar de qué manera, aunque son cuestiones estrechamente relacionadas, la reflexividad y la normatividad son temas separados. El artículo es de hecho un ejercicio reflexivo pleno en el que Singleton, una vez concluida su investigación sobre las campañas gubernamentales alrededor de dichas pruebas, desea reflexionar sobre las consecuencias normativas de su trabajo. A lo largo del texto explora las razones por las cuales podría (o no) y debería (o no) aconsejar a una mujer sobre el uso de las pruebas. Su conclusiones son:

☞ Como proyecto abiertamente feminista, su investigación debe negar por principio la imposición de una postura absoluta del tipo "una mujer debe tomar o no la prueba".

☞ Al ser un proyecto descriptivo (numerosas citas de Latour acompañan y ejemplifican perfectamente esto), ANT ofrece la posibilidad de mantenerse neutral con respecto a estos "deberes".

A esto Radder replica que coincide en que ANT es una teoría más ambiciosa, completa y que incluye mayores elementos de reflexividad. Sin embargo, señala que en cuanto a la normatividad, tanto Singleton (abiertamente) como Wynne (implícitamente) mantienen la misma pasividad normativa que EPOR y SSK en general.

Coincido con Radder en que en cuanto a normatividad, ANT es un marco teórico con muchas de las mismas limitaciones de EPOR. Pero, esto no significa que no ofrezca algunos puntos de vista interesantes para un proyecto de investigación empírica. En particular, me parece relevante la introducción de la temporalidad en la construcción de las identidades de los actores. Ciertamente, en una controversia los límites de los 'bandos' suelen ser muy plásticos y en ocasiones suficientemente difusos para no poder delimitarse sin temor al error. En los trabajos de EPOR y el PF, con su fijación por la equidad entre 'ganadores' y 'perdedores', parece como si estas etiquetas fueran necesarias y suficientes para incorporar a cualquiera de los actores dentro de la controversia en cualquier instante. Así mismo, como señala Wynne, existen controversias para las cuales no existe un cierre definitivo, y parecería que ante tales episodios los pasos de EPOR tambalean por hacer referencias a categorías inaplicables. ANT propone que la 'reificación' de dichas categorías es de hecho la resolución de una controversia. No entraré en los detalles teóricos de ANT, pero coincido con el análisis de Radder al respecto, que en esencia EPOR y ANT son variantes de un mismo proyecto empírico constructivista y sujetos de las mismas críticas, pero que la introducción de la temporalidad y la flexibilidad interpretativa de la identidad de los actores son elementos de reflexividad que en EPOR son inexistentes, si bien en ANT su resolución es insatisfactoria.

Ya enumeradas las que considero las principales críticas a los programas constructivistas, en el siguiente capítulo esbozaré una propuesta alterna a ANT y EPOR basada en un marco que incorpora explícitamente una visión realista de la ciencia para incorporar los elementos normativos de los análisis de controversias, sin que esto implique el rechazo de las virtudes interpretativas que el constructivismo ha traído a escena.

## Capítulo 2: En el cual el autor se declara abiertamente realista

*"It seems to me that Derrida in context is even worse than Derrida out of context."*

-Steven Weinberg

*"Less than five years after Bacon's death, Galileo and Descartes wrote their fundamental works, the 'Dialogo' and the 'Discours de la methode', the beginning of the modern age, which set us off along the fateful road to Auschwitz and Hiroshima and the decoding of DNA. Old Goethe had foreseen that course of events, although he gave it a worthy positive twist: he has his hundred-year-old Faust end up as a technocrat who subdues the sea with dikes and canals — that is, he turns nature into a human creation."*

-Harry Mulisch, *The Discovery of Heaven*

### La venganza de C.P. Snow

¿Quién se atrevería defender a estas alturas del partido una posición 'realista' dentro de los estudios de la ciencia con orientación sociológica? El caso no sería del todo extraño en filosofía de la ciencia, ¿pero en sociología? Si algo mostraron los intercambios de las Science Wars de los noventa fue la tajante división que existe entre las trincheras de los posmodernos/SSKs y los realistas/científicos... a veces los estereotipos tienen más de verdad que de mentira. Mi propósito en esta sección no es defender que la filosofía y la sociología son disciplinas necesariamente ajenas, pero sí que entre sus practicantes ha habido profundas diferencias, y que sin embargo pueden (y deberían) tener puntos de encuentro. Este ejercicio tendrá la misma intención que una caricatura: hacer evidentes rasgos conocidos por medio de la exageración, sin que esto signifique que la dramatización no tenga raíces perfectamente trazables. Por supuesto que hay una zona de penumbra entre la tradición sociológica y la filosófica, que autores como Kuhn y Feyerabend ejemplifican, pero creo que esto sólo es posible porque los dos polos son perfectamente reconocibles.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Ver por ejemplo, L. Laudan, *Science and relativism: some key controversies in the philosophy of science*, Chicago: University

Aunque mentes más concertadoras insistirán en que las Science Wars y la broma de Sokal en Social Text son eventos superados, informalmente en la academia siguen enfrentándose los términos 'realista' contra 'relativista', así como 'científico' contra 'humanista' (recuerdo más de una de estas agrias confrontaciones durante mis estudios de posgrado). Hoy por hoy, un científico practicante que se aventura en los terrenos del humanismo deberá tener cuidado con los ineludibles argumentos ad personam que le serán lanzados una vez que su herético origen sea descubierto (y vice versa). Si bien las posiciones de ambos polos son claras, las posturas de los principales actores tienden a ser muy distintas. En un conocido artículo, el físico Steven Weinberg escribió en apoyo a Sokal,

"So much for the cultural implications of discoveries in science. On the other side of the coin are the implications for science of its cultural and social context. Here scientists like Sokal find themselves in opposition to many sociologists, historians, and philosophers as well as postmodern literati. In this debate, the two sides often seem to be talking past each other. For instance, the sociologists and historians sometimes write as if scientists had not learned anything about the scientific method since the days of Francis Bacon, while of course we know very well how complicated the relation is between theory and experiment, and how much the enterprise of science depends on an appropriate social and economic setting. On the other hand, scientists sometimes accuse others of taking a completely relativist view, of not believing in objective reality. With dead seriousness, Sokal's hoax cites "revisionist studies in the history and philosophy of science" as casting doubt on the post-Enlightenment dogma that "there exists an external world, whose properties are independent of any individual human being and indeed of humanity as a whole." The trouble with this satire is that most of Sokal's targets deny that they have any doubt about the existence of an external world. Their belief in objective reality was reaffirmed in response to Sokal's hoax both in a letter to the New York Times by the editors of Social Text and in the op-ed article by Stanley Fish.

I don't mean to say that this part of Sokal's satire was unjustified. His targets often take positions that seem to me (and I gather to Sokal) to make no sense if there is an objective reality. To put it simply, if scientists are talking about something real, then what they say is either true or false. If it is true, then how can it depend on the social context of the scientist? If it is false, how can it help to liberate us? The choice of scientific question and the method of approach may depend on all sorts of extrascientific influences, but the correct answer when we find it is what it is because that is the way the world is. Nevertheless, it does no good to satirize views that your opponent denies holding."<sup>16</sup>

Sin temor a equivocarme puedo afirmar, tal como lo hace Weinberg en otras partes del mismo artículo, que la mayoría de mis colegas científicos estarían de acuerdo en posicionarse en el bando de Sokal sin dudarlo un segundo.<sup>17</sup> Por otro lado, el bando 'humanista' suele posicionarse de formas mucho más entretenidas. Por ejemplo, Steve Fuller, uno de los blancos 'posmodernos' de Weinberg escribe,

"This last point is rather important because it underscores the extent to which "science" is presumed to be a cultural value by both sides of the Science Wars. Admittedly, just based on journalistic coverage, one could easily conclude that the battle is between forces "pro" and "anti" science. However, none of the major academic participants in the Science Wars has ever claimed to be "anti-science". After all, even the scholars parodied by Sokal stood accused of seeing too much, not too little, cultural significance in recent scientific developments. Rather, the dispute has been over what it means for an activity to be "scientific" and which activities should be counted as scientific. Generally speaking, professional scientists use the term "scientific" to capture certain ideals of inquiry, whereas science studies scholars aim to capture how science is actually practiced, "warts and all", as it were. Of course, there is a more personal way of posing the question: Who speaks for science: only natural scientists and maybe engineers and medical doctors? or perhaps also historians, philosophers, and sociologists

---

of Chicago Press (1990), H. Radder, *In and about the world: philosophical studies of science and technology*, SUNY Press (1996), Ian Hacking, *The social construction of what?*, Harvard University Press (1991). Un interesante ejercicio es la comparación entre un texto clave del construccionismo social, P. Berger & T. Luckmann, *La Construcción Social de la Realidad* y la inteligente respuesta filosófica que ofrece J. Searle en *The construction of social reality*, Free Press (1997).

<sup>16</sup> S. Weinberg, *The New York Review of Books* 13 (1996) 11-15

<sup>17</sup> Ver por ejemplo, J. Ziman, "Modern values on post-modernism", *Nature* 413 (2001) 359-360. Esta es una breve reseña de un reciente libro, *The one culture*, co-editado por Harry Collins, que apareció en la importantísima y muy influyente revista *Nature* y que captura y divulga el espíritu anti-SSK y anti-relativista al estilo de Sokal/Weinberg. Curiosamente, Sokal y Weinberg ambos contribuyeron con un par de artículos en esta compilación, algo que Ziman, un férreo defensor/divulgador de la ciencia, nunca menciona.

of science? While this should not be an exclusive choice, the polemical character of the Science Wars has generally made it seem that way.”<sup>18</sup>

La posición de Fuller no es rara entre los sociólogos de la ciencia. Los grandes íconos de SSK (e.g. Bloor, Collins, Feyerabend, Latour) han declarado tajantemente en algún momento u otro que sus putativos ataques a la ciencia no son ejemplos de ideologías anticientíficas como lo piensan los putativos blancos de sus críticas. Ya en el capítulo anterior mencioné la relación semi-amarga que Collins mantiene con la ciencia.

Así que, ¿hay pelea o no?

## Realismo científico versus relativismo

Según Weinberg, el principal punto de desacuerdo entre las dos partes es la tesis realista, que es la actitud “natural” que el científico adopta con respecto a su trabajo. Estoy completamente de acuerdo. Esto no significa que un científico no pueda adoptar otra actitud que no sea algún tipo de realismo, pero sería bien extraño (¿patológico?) pensar en alguien dedicando su vida entera al estudio de algo que bien podría ser sólo un cúmulo de ilusiones. Pero antes, quizá convenga revisar que es esto que llamamos realismo.

En sus términos más simples, ‘realismo’ debe describirse como la creencia de que existe ‘algo’ allá afuera en el mundo que es independiente de la existencia del ser humano, y de como éste lo concibe. ¿Demasiado vago? Quizá, pero este será el punto de partida para ahondar en el tema. La *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, por ejemplo, llama a esta actitud ‘realismo genérico’ para después agregar que en la práctica filosófica es más bien de ‘realismo sobre algo’ de lo que se trata y discute. El realismo puede operar en distintos niveles; se puede sostener un realismo ontológico, semántico, epistemológico, etc. sin que la aceptación de uno conlleve la del otro.

Cuando en este trabajo me refiera al realismo estaré (en realidad) hablando del *realismo científico*, la creencia sostenida por un científico de que existen las cosas sobre las que habla su disciplina y que sus propiedades son independientes de quien y como se estudien. De nuevo, el que un científico sea realista puede traducirse en la suposición de que aquello sobre lo que habla, describe o trata su disciplina, de hecho existiría si él lo estudiara o no. Hablamos de existencia en un sentido ontológicamente fuerte. Por ejemplo, un físico atómico seguramente pensará que aquello que llama átomo existiría aun si el día de mañana la especie humana fuera aniquilada por una bomba atómica; que estos bichos han existido antes de su aparición y la de su abuela; y que trascenderá a la existencia de sus bisnietos y más allá. El físico afirmaría entonces que los átomos existen: mantiene la firme creencia de que su objeto de estudio trasciende el hecho de que se le observe, conozca, conciba o suponga por parte del ser humano. Ahora bien, la labor profesional del físico atómico es, claro, estudiar al átomo; sus propiedades, variedades, en fin, la extracción de conocimiento sobre éste y posiblemente la aplicación de dicho conocimiento. La ciencia entera tiene como uno de sus propósitos fundamentales la construcción de conocimiento sobre las estructuras del mundo material; esta es su razón de ser. Y, uno supone, el conocimiento extraído depende fuertemente de como es el mundo.

Un tratamiento exhaustivo sobre el realismo científico trasciende a este trabajo, y por ahora la caracterización del párrafo anterior es suficiente. Regresando a nuestro científico-prototipo-Weinberg, lo que él encuentra extravagante y reprochable en el bando anti-ciencia es la idea anti-realista, es decir:

- ☞ que los objetos sobre los que habla la ciencia no existen con independencia de su inserción en algún marco cognitivo; y/o
- ☞ que estos objetos adquieren las propiedades que les imputamos no porque “así son” sino porque “así los hacen los científicos”.

En un intercambio posterior con renombrados académicos, Weinberg reitera su posición y vuelve a identificar claramente a sus oponentes,

<sup>18</sup> Steven Fuller, *Social Epistemology* 13 (1999) 243-249

“In contrast with Alan Sokal, who in perpetrating his hoax was mostly concerned about a breakdown of the alliance between science and the political left, my concern was more with the corruption of history and sociology by postmodern and constructivist ideologies.”<sup>19</sup>

Para Weinberg, el problema de estas ideologías, posmodernismo y constructivismo es que tal como lo hacía T. S. Kuhn (personaje con el que Weinberg mantenía una relación de cordial amistad) estas dos corrientes culturales “niegan la objetividad del conocimiento científico”. En el intercambio, se introduce un término particularmente socorrido en esta clase de discusiones: la relatividad. Dice Weinberg, el problema con el posmodernismo, el constructivismo, y los demás ‘ismos’ derivados de éstos es que relativizan el conocimiento científico.

## La relatividad y el conocimiento científico

*Relatividad.* Quizá ningún sustantivo tenga mayor importancia en el desarrollo de la filosofía de la segunda mitad del siglo XX. Así mismo, quizá ningún vocablo tenga acepciones tan distantes entre sí. Movámonos por los caminos de los estereotipos vulgares. ¿Qué diría Einstein?<sup>20</sup> Frecuentemente se cita la frase-diché “Einstein demostró que todo es relativo” para significar que “en cualquier circunstancia, toda aseveración puede ser puesta en duda pues depende del observador”. Esto es, en un sentido, relatividad implica que en la descripción de una situación, fenómeno, etc., el contexto local siempre influye en el proceso. Por otro lado, un análisis minucioso de la idea de relatividad de Einstein (o de Galileo) apunta hacia otro sitio. Ciertamente, en un contexto de observación y descripción el contexto local juega un papel determinante pero, siempre existen patrones de objetividad mediante los cuales es posible realizar un intercambio objetivo entre marcos subjetivos particulares. Así, el principio de relatividad puede enunciarse como la aseveración ‘las leyes físicas son las mismas (o quizá más correcto, deben ser las mismas) para cualquier observador (ó sujeto)’. Vaya diferencia con la acepción anterior. Por lo tanto, es necesario saber en cual de los dos espíritus de la relatividad nos estamos moviendo cuando tratamos del relativismo filosófico.

Hacking menciona que es un error común confundir los términos relativismo y subjetivismo. En el ejemplo-diché anterior, la primera definición de relatividad es de hecho un subjetivismo extremo, mientras que la segunda es un relativismo auténtico. Aún el realismo de Hacking, fuertemente influenciado por autores posmodernos como Michel Foucault, rechaza en su mayor parte cualquier tipo de subjetivismo, sin que esto signifique que algunas tesis relativistas tengan una profunda importancia en su concepción sobre la ciencia.<sup>21</sup> Hacking sostiene una tesis muy común entre los científicos, otorgándoles a los objetos materiales una fuerte dosis de realismo, mientras que los elementos socioculturales son tratados con mucho más cuidado,

“Elaborating on this difference between people and things: what camels, mountains and microbes are doing does not depend on our words. What happens to tuberculosis bacilli depends on whether or not we poison them with BCG vaccine, but it does not depend on how we describe them. Of course we poison them with a certain vaccine in part because we describe them in certain ways, but it is the vaccine that kills, not our words. Human action is more closely linked to human description than bacterial action is. [...] Bacterial action is delimited by nature, not by words. What is curious about human action is that by and large what I am deliberately doing depends on the possibilities of description.”<sup>22</sup>

Cuando Hacking sostiene que la acción de la bacteria está delimitada por *la naturaleza* apunta a que hay factores externos a la acción y el pensamiento humano que están acotando el desarrollo material del mundo.

A Hacking se le ha atribuido el retorno del experimento como pieza de análisis central en la filosofía de la ciencia. Ciertamente, el anti-positivismo Kuhniano dio importancia primordial a la teoría y el papel que juega en la determinación

<sup>19</sup> C. Pellegrini, G. Levine, M. Norton Wise, M. Hokquist, N. Byers, R. Schulman & S. Weinberg, “Sokal’s Hoax: An Exchange”, *The New York Review of Books* 43 (15), 1996

<sup>20</sup> Ni siquiera el gran Einstein estaba libre de graciosas contradicciones. En conocida anécdota se cuenta que en una ocasión se le preguntó que era la relatividad y Einstein contestó: “Put your hand on a hot stove for a minute, and it seems like an hour. Sit with a pretty girl for an hour, and it seems like a minute. THAT’S relativity.”

<sup>21</sup> Ian Hacking, “Language, Truth and Reason” en *Historical Ontology*, Cambridge: Harvard University Press (2002)

<sup>22</sup> Ian Hacking, “Making Up People”, en *Historical Ontology*, Cambridge: Harvard University Press: 2002

de lo que es un resultado experimental, pero el *experimento mismo* pasó a ser tema principalmente de la sociología y la historia de la ciencia que se nutrieron ampliamente con estudios de caso. Hacking recordó a la filosofía que la operación sobre el mundo material, la operación *exitosa* (definir éxito ya es otro problema), es uno de los principales motores de la ciencia. Esto es, resalta la importancia de la interacción entre las *concepciones* científicas de la realidad y la *operación* sobre el mundo. Siendo antes que nada historiador, sostiene que cualquier realismo deberá poner especial énfasis en la ciencia como una actividad inmersa en el *hacer* dentro del mundo material inseparable del *pensar*. Para Hacking, el problema principal del constructivismo es que tiende a caer (cuando no defender abiertamente) que en la ciencia 'todo se vale': en realidad, el mundo opone resistencia a la manipulación, y las acciones que pueden tomarse sobre éste están fuertemente constreñidas. Ciertamente, los fenómenos no se estabilizan 'por sí mismos', pero tampoco lo hacen a merced de los deseos humanos únicamente. Es en esta resistencia que podemos intuir algo más allá de lo humano en la construcción de un fenómeno, y por ende la necesidad del realismo en la ciencia.

Hacking ha señalado que la filosofía de la ciencia no puede ignorar que aunque el subjetivismo es inaceptable, debe de aceptarse *algún* tipo de relativismo en los estudios sobre ciencia que incorpore los descubrimientos de la sociología y la historia de la ciencia de la última década. El punto importante es entender que en la ciencia un realismo ontológico no excluye la incorporación de algún tipo de relativismo epistémico, inclusive de un relativismo radical; pero que subjetivismo y realismo sí que son excluyentes.

Ahora bien, ¿qué tan compatible es el realismo con el relativismo? De nuevo, dependerá del tipo de realismo y relativismo que se sostenga. Por ejemplo, escribe Weinberg,

"I tried in my article to put my finger on precisely what divides me and many other scientists from cultural and historical relativists by saying that the issue is not the belief in objective reality itself, but the belief in the reality of the laws of nature. Professor Wise makes a good point that, in judging the reality of the laws of nature, the test is not just their validity, but also their lack of "multiplicity." Indeed, as I wrote in my article, one of the things about laws of nature like Maxwell's equations that convinces me of their objective reality is the absence of a multiplicity of valid laws governing the same phenomena, with different laws of nature for different cultures."<sup>23</sup>

evidenciando que aún las mentes más brillantes tienen límites bien claros. Su negación de la "multiplicidad" de las leyes de la naturaleza sólo puede apuntar a dos opciones: un absoluto desconocimiento de la historia de la ciencia más básica (caso que creo imposible), o más probable, un considerable egocentrismo intelectual. Claramente Weinberg sostiene un realismo ontológico y epistemológico que resulta totalmente incompatible con cualquier tipo de relativismo. Desafortunadamente, Weinberg es evidencia clara de que posiciones como el realismo moderado de Hacking son difíciles de encontrar entre los científicos. Las ciencias, como pocas otras disciplinas, son tremendamente ignorantes de su propio desarrollo histórico. La mayor parte de las veces, esto se defiende como una necesidad práctica: no es relevante para el científico tener conciencia cultural de su propia disciplina si sus objetivos están en el hacer, en el aquí y ahora. ¿Pero por qué debería la ciencia de ser distinta en este sentido de muchas otras prácticas sociales, como por ejemplo la política o el derecho? ¿Acaso no los planes curriculares de las humanidades y las ciencias sociales, -vamos, prácticamente de cualquier carrera moderna- incluye de alguna u otra forma la reflexión sobre la propia disciplina como elemento necesario? ¿Acaso no en su divorcio absoluto de su propia historia la ciencia no se convierte en un niño genio maleducado cuyos errores son perdonados sin acto de contrición? Propuestas como las de Hacking y el resto de los autores que mencionaré en este capítulo son intentos de escribir propuestas filosóficas compatibles tanto con concepciones realistas como con relativistas. La búsqueda de nuevas propuestas me ha sido necesaria en el análisis del caso de estudio que presentaré ya que tanto la reconstrucción científica como la constructivista me parecen insatisfactorias.

## ¿Unión o división?

Una de los 'descubrimientos' primordiales de los estudios sobre ciencia con orientación sociológica es que la ciencia es una empresa con *altísimo* grado de heterogeneidad. Ni los métodos de racionalización, justificación, descubrimiento, operación, ni ningún otro parece sostener unido el edificio de la ciencia a partir de la llegada de SSK. El relativismo se filtra

<sup>23</sup> C. Pellegrini, G. Levine, M. Norton Wise, M. Holquist, N. Byers, R. Schulman & S. Weinberg, op. cit.

por todos los terrenos, y parece no dejar a ninguno sin afectar. Hans Radder, hace un breve pero preciso análisis de los tipos de relatividad que resultan pertinentes para los estudios sobre ciencia,<sup>24</sup> y los identifica como:

☞ *Relativismo de los conceptos* - es el relativismo preferido de los estudios de la ciencia de la segunda mitad del siglo XX. La idea principal nace de que los estudios históricos, sociales y culturales sobre el conocimiento han demostrado que no hay una relación biunívoca ni particular entre los conceptos del conocimiento (científico) y 'la realidad'. Particularmente importante es la idea de discontinuidad entre culturas (ya sea discontinuidades a lo largo del tiempo o de espacio), como la famosa tesis de la incommensurabilidad de Kuhn: el hecho de que científicos antes y después de una revolución adopten diferentes conceptos para describir los mismos segmentos de la realidad es una muestra de que entre la descripción del mundo y el mundo mismo hay un gran abismo epistemológico.

☞ *Relativismo de la verdad* - se refiere a la posibilidad de que aseveraciones verdaderas en un grupo científico particular pueden ser falsas para otro grupo, por ejemplo, entre dos grupos que tratan el mismo fenómeno pero tienen resultados divergentes. Para Collins y SSK en general, este relativismo es importantísimo. Gran parte del proyecto de EPOR consiste en estudiar este tipo de fenómenos (el ejemplo por excelencia: las controversias).

☞ *Relativismo de la percepción/relativismo conceptual* - asociado a las tesis de la carga teórica de la observación, es decir, que el conocimiento y la percepción del mundo de sujetos particulares siempre está conceptualmente teñido.

☞ *Relativismo de la racionalidad* - Es relevante más bien en las discusiones sobre racionalidad, según Radder. Sin embargo para SSK y EPOR este es un tema central de discusión alrededor de las teorías del conocimiento clásicas. La propuesta de SSK es precisamente que no existe algo que podemos llamar la racionalidad científica, y que por el contrario son los elementos extra-racionales (i.e. los causales sociales y culturales) los que determinan la resolución (cierre) de una controversia o la estabilización de un fenómeno. Ahora bien, una de las propuestas de este trabajo es que ninguna de las dos posiciones es suficiente para englobar la totalidad de los elementos que entran en juego en una deliberación controversial.

De acuerdo con Radder, los estudios sociales e históricos han terminado con cualquier tipo de pretensión realista que no acepte el relativismo de los conceptos (el realismo ingenuo), y hace particular énfasis en el cambio conceptual como prueba fehaciente de ello. Sin embargo, no acepta la tesis de cambio conceptual de Kuhn en su versión 'fuerte', es decir, que entre dos comunidades científicas pre y post revolucionarias haya una verdadera incommensurabilidad conceptual total.

¿Pero son en verdad ciertas las conclusiones de SSK? ¿Es verdaderamente la ciencia una pedacería de prácticas sin pie ni cabeza donde los involucrados no tienen más armamento que sus habilidades sociales, ni ningún propósito que no sea convertirse en el macho alfa de su particular jauría? Si la respuesta a estas preguntas es negativa (mi respuesta es negativa) entonces debe mostrarse que algunas de las afirmaciones aceptadas por la ortodoxia de SSK son erróneas. En particular, es necesario encontrar elementos de continuidad, de unión y de cohesión que vayan más allá del oportunismo social.<sup>25</sup> Hacking, por ejemplo, propone un tipo de utilitarismo que me resultará particularmente pertinente en este análisis de caso. Propone que se tome muy en serio el hecho de que la ciencia tiene como propósito y objetivo la manipulación efectiva del mundo, y tomar este como un posible elemento de cohesión.<sup>26</sup>

En esta misma empresa encontramos al también historiador Peter Galison cuya propuesta de continuidad semántica gira alrededor de las *zonas de intercambio* como elementos de continuidad semántica entre distintas 'culturas' científicas. Siguiendo una línea de pensamiento parecida a la de Hacking, Galison identifica tres subculturas en la física: experimento, teoría e instrumentación, que corresponden a tradiciones que aunque estrechamente relacionadas, mantienen alto grado de independencia entre sí. A su vez, a cada subcultura Galison enfatiza que un mismo fenómeno científico puede ser concebido de formas muy distintas sin que esto signifique que no haya posibilidad de diálogo genuino entre los grupos. Galison toma de estudios antropológicos del lenguaje la idea de los *pidgins* (proto-lenguajes que incorporan elementos de lenguajes de dos culturas independientes para conformar un lenguaje de comunicación) y *creoles* (pidgins que adquieren las propiedades de lenguajes de uso cotidiano permanente) para describir las zonas de intercambio en la física. Un punto en común con la propuesta de Radder es que Galison recalca que aunque existan profundas diferencias conceptuales entre las distintas

<sup>24</sup> H. Radder, *The material realization of science: a philosophical view on the experimental natural sciences, developed in discussion with Habermas*, Assen: Van Gorcum (1988)

<sup>25</sup> Ver por ejemplo: Peter Galison (ed), *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power*, Stanford: Stanford University Press (1996)

<sup>26</sup> Ian Hacking, *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge: Cambridge University Press (1983)

subculturas, es un hecho que se comunican entre sí, y que esta comunicación es altamente efectiva (de nuevo, entra en juego el éxito material de Hacking, aunque también admite la posibilidad de éxito en cuanto a la comunicación misma). ¿Cómo es esto posible, si en verdad podemos hablar de distintas culturas? Galison propone que las zonas de intercambio son elaboraciones conceptuales más amplias pero equivalentes a los pidgins. Así, cuando un teórico dialoga con un experimental, aunque cada uno vive en una cultura distinta donde por ejemplo “electrón” tiene un significado tremendamente distinto para uno y el otro, existe un idioma híbrido donde ‘electrón’ tiene un significado que es entendible por ambos, y que incorpora parte de los significados de cada lado.

Galison está completamente a favor de describir a la ciencia como un mundo fragmentado en el quehacer, pero unido por un lenguaje común, visión que ha resonado ampliamente en los estudios sociales de la ciencia. Pero, nos dice Galison, lejos de las conclusiones que la visión de la ciencia fragmentada arroja, esta desunión es de hecho parte de la fuerza de la ciencia. Aunque es una visión mucho más compleja que la de los estudios etnometodológicos y antropológicos, me parece que la metáfora de las “subculturas” no es completamente satisfactoria. Entiendo que en un sentido, teoría, experimento e instrumentación describen mundos distintos, y sin embargo en muchos sentidos es cuestionable hasta qué grado las diferencias son así de grandes. Recuerdo mi experiencia en la Facultad de Ciencias. En la segunda mitad de la carrera, ya en los estudiantes se va observando mayor disposición hacia la teoría, el experimento, la instrumentación, la computación, etc. Ya para elegir el tema de tesis, el estudiante debe estar claramente orientado hacia alguna de las áreas. La elección de su especialización es determinante para el futuro, e incluye decisiones como la elección de un director de tesis, un tema de tesis, inclusive la bibliografía básica de un estudiante experimental será distinta a la del teórico. Pero por otro lado, hay un sentido en el que todos los físicos no son parte de distintas culturas: durante dos o tres años comparten adiestramiento y conviven uno al lado de otro. Ya en el estudio de caso que presentaré en el siguiente capítulo buscaré identificar los elementos de continuidad cultural evidentes entre las distintas ‘subculturas’ de la comunidad de investigadores sobre el efecto Casimir, al lado de las divergencias entre los grupos. Mientras que me parece que el uso de la metáfora de las culturas es útil, creo que puede llevarse demasiado lejos. Una de las características de la controversia que presentaré más adelante es que las fronteras entre las distintas ‘culturas’ se ha difuminado, cuando no desaparecido. Las publicaciones en el campo (del efecto Casimir) hoy en día son co-escritas por autores experimentales y teóricos. Aparecen nuevas denominaciones: antiguos teóricos que hoy se describen a sí mismos como “expertos en la interpretación de experimentos”, o que discuten in extenso las dificultades que hay en montar experimentos de determinado grado de precisión desde la teoría. En el caso de estudio que abordaré más adelante la comunicación entre grupos que hablan desde muy distintas tradiciones sobre un mismo tema será un ejemplo vivo de que las zonas de intercambio, o mecanismos similares, operan en la resolución de esta controversia, añadiendo un punto más a la lista de elementos de continuidad dentro de la comunidad que estudié. Esta continuidad se da no en lugar de, sino junto con una tremenda heterogeneidad de los distintos grupos que componen la comunidad.

El último autor que examinaré será Hans Radder, de quien extraigo un marco conceptual puntualmente elaborado para el análisis de los experimentos científicos. Aunque tanto para Galison como para Hacking los experimentos juegan un papel primordial en realidad el análisis de la conceptualización de los experimentos recibe poco tratamiento y es escaso en la filosofía de la ciencia. Radder llena satisfactoriamente este vacío en la literatura especializada.

## El criterio de Co-referencia

Para Radder, es importante explicar cómo a pesar de la aparente incommensurabilidad entre paradigmas históricos, es posible hablar de algún tipo de continuidad la cual es evidente para el científico practicante. Recalca por ejemplo como un mismo científico, Einstein por ejemplo, pudo haber dominado tanto la física clásica como la nueva física relativista, y de hecho no es difícil observar este fenómeno en la educación típica de un físico donde el progreso es desde la misma física clásica hasta las teorías más contemporáneas, sin que esto implique ningún tipo de problema de incommensurabilidad. Para esto, introduce el concepto de co-referencia, según el cual a pesar de que entre dos paradigmas hay siempre una discontinuidad conceptual (e.g. distintas ontologías, términos teóricos) también existen elementos de continuidad tremendamente importantes. Cita como ejemplo el término ‘masa’ dentro de los paradigmas de la física newtoniana y la relativista. Ciertamente en cada teoría la masa newtoniana ( $M_n$ ) y la masa relativista ( $M_r$ ) adquieren significados profundamente distintos. Asimismo, señala Radder, ambas están haciendo referencia a propiedades que de alguna u otra forma, ‘intuitivamente’ si así se quiere llamarle, hacen referencia a un mismo concepto. Introduce también un criterio de referencia perfectamente claro:

*“As a criterion of reference I would like to propose this: the descriptive terms occurring in the theoretical description of an*

*experimental situation refer to elements of a domain in a human-independent reality, if the material realization of this experimental situation is possible in a reproducible manner.*"<sup>27</sup>

Radder diferencia 'la realización material del experimento' de 'el experimento mismo'. La realización material se define como

*"the whole of the experimental actions that are carried out by B [layperson] in a correct way according to A [experimenter] and that can be described in A's instructions to B in the language in which A and B communicate with each other."*<sup>28</sup>

La realización material es entonces la descripción de un experimento que un experto (el experimentador) puede formular en lenguaje cotidiano tal que cualquier persona no-especializada pueda seguir sus instrucciones, y llevar a cabo satisfactoriamente el experimento. Radder no excluye la posibilidad de que la realización material incluya el conocimiento tácito ni el conocimiento no-algorítmico en el cual la etnometodología ha hecho gran énfasis como parte constitutiva de la acción cotidiana. Aunque Radder admite que este tipo de conocimiento no es fácil de tratar desde su marco teórico, desecha la posibilidad de que esto represente un problema serio. A mi juicio, este desentendimiento no es válido. Gran parte del argumento de Collins en la descripción de episodios como el láser TEA y de las ondas gravitacionales depende de la imposibilidad de transmisión de este conocimiento. Aunque posteriormente Radder desarrollaría una teoría más madura sobre la replicación/reproducción de fenómenos que permite tratar el problema más adecuadamente, ésta también depende fuertemente sobre la definición de la realización material. Creo que este es un punto de debilidad en el argumento. Se introduce la realización material como contraparte a la carga teórica del experimento, pues mientras la primera es un ejemplo de continuidad entre diferentes partes, la segunda implica barreras para el entendimiento mutuo. Adicionalmente, la realización es una unidad de análisis útil, como mostraré más adelante, para entender los procesos de replicación experimental que forman el corazón de su propuesta para el análisis de controversias experimentales.

En un extenso diálogo en el que traza semejanzas y diferencias con la teoría de Kuhn, Radder señala que si bien hay discontinuidad conceptual entre Newton y Einstein, puede hablarse de un territorio donde ambas teorías se solapan (o pueden solaparse): la realización experimental. Así, para la teoría newtoniana la masa  $M$  es una propiedad invariante de los cuerpos, mientras que la teoría relativista negará esta aseveración. En los dos casos, es posible idear experimentos en los cuales las predicciones serán distintas para una misma situación experimental. Intuitivamente, aunque en un sentido profundo "masa" tiene un significado distinto, es posible hablar en términos legos de situaciones donde es posible observar discrepancias entre las predicciones de una y otra, e idear experimentos que puedan evidenciarlo.

Para mis propósitos, la idea de realización material lleva consigo una idea mucho más profunda, que Radder mismo menciona brevemente. En cualquier disputa, y en particular en las experimentación científica, si en realidad hay una discordia esta debe ser enunciada en términos que todas las partes puedan comprender. Si yo insisto en que el cielo es azul, ante la necesidad de un amigo quien sostiene que Mecánica Nacional es la mejor película mexicana de todos los tiempos, no habrá ningún tipo de intercambio duradero. O supóngase que mi amigo presenta su argumento ante un chipriota que jamás ha visto una película mexicana. ¿Sería racional que su oponente opinara lo contrario? La realización material presupone que de hecho hay un lenguaje lego (léase "accesible a cualquier persona"), y por lo tanto *genuinamente inter-teórico* en el más amplio de los sentidos. Es decir, que detrás de cualquier controversia digna de estudiarse necesariamente hay también una profunda cantidad de acuerdos, y entendimiento.

La tesis de Radder se vuelve más interesante si admitimos plenamente la idea de la carga teórica de la observación, según la cual ningún resultado experimental podría librarse de la contaminación de una teoría subyacente. Entonces, cuando surge una verdadera disputa entre dos grupos experimentales -y todavía más, si existe diálogo entre ellos, aunque sea un diálogo roto o comprometido - debe existir algún punto en el cual las teorías subyacentes se traslapan. Como trataré de mostrar más adelante para el caso de estudio que desarrollo, esto significa que en un sentido puede hablarse de comunidades formadas *alrededor de las controversias*; comunidades unidas por el desacuerdo.

## Co-Referencia y realización material como elementos de continuidad

<sup>27</sup> idem

<sup>28</sup> ibidem

La co-referencia es aquello que es común a los universos de dos teorías en pugna; es lo que puede decirse acerca del objeto al que ambas hacen referencia (nótese la proposición ontológica de que a la referencia le precede la existencia de un hecho o fenómeno; este es el elemento realista). Por otro lado la realización material es aquello que en el nivel más general sirve como puente referencial entre dos eventos experimentales, y la idea es que sin estos dos ingredientes, ninguna disputa puede llevarse a cabo. Aquí introduciré brevemente un concepto importantísimo para Radder. El equivalente exacto de la co-referencia teórica en el terreno experimental no es la realización material, sino el concepto de reproducibilidad. La reproducción puede ser de tres tipos:

☞ De la realización material - por ejemplo, llevar a cabo 'prácticas' de laboratorio como parte del entrenamiento de un científico. Su función es mostrar la estabilidad de un fenómeno de laboratorio, mostrar la estabilidad de la producción del fenómeno, y en general la enseñanza y didáctica de técnicas para llevar a cabo estos fines.

☞ Del experimento bajo una misma interpretación teórica - diferentes acciones materiales encaminadas a mostrar resultados similares para un mismo fenómeno. Un ejemplo frecuente es la introducción de nuevas técnicas para ciertas partes de un mismo experimento. Puede servir para obtener resultados más precisos, mostrar técnicas novedosas o innovadoras, o como complemento a experimentos anteriores para asegurar resultados.

☞ Del resultado del experimento (replicación) - experimentos completamente diferentes el uno del otro, que buscan reproducir solamente los resultados de otro grupo. Collins afirma que este tipo de experimentos '*rara vez se llevan a cabo*', mientras que Radder sostiene (correctamente, opino yo) lo contrario. Según Collins, el caso de las ondas gravitatorias muestra que en general los científicos no llegan a los mismos resultados. Es cierto en su caso de estudio, pero en general esto es completamente falso, como mi caso de estudio mostrará. De acuerdo con Collins, la falta de replicación que en general puede encontrarse en la ciencia experimental es evidencia del 'regreso al experimentador', pero según la concepción de Radder esta es sólo una etiqueta post hoc. El hecho es que la replicación de los resultados de experimentos aceptados por la comunidad es frecuentemente un indicador de la originalidad y calidad de las habilidades de un experimentador.

En la concepción de Radder, la reproducibilidad en sus tres variantes tiene dos funciones: estabilizar el fenómeno, y la universalización de éste. Esto lleva a que el fenómeno pueda verdaderamente ser 'público' y por lo tanto ser asequible más allá del laboratorio particular.

El espíritu de la propuesta es la idea de unión y cohesión subyacente a todo intercambio científico, y por supuesto esto contrasta con las ideas predominantes en los estudios sociológicos y su fijación con la multiplicidad, el individualismo y la inconmensurabilidad. Recordemos por ejemplo las ideas de inconmensurabilidad y el switch gestáltico de Kuhn y Hanson. En esta propuesta, la idea principal es la de rompimiento. El científico pre y el post revolucionario viven en mundos completamente distintos. Literalmente les es imposible ver los mismos fenómenos. La propuesta de Radder implicaría que sin importar las radicales diferencias que ambos lados del switch gestáltico pudieran sostener entre sí, a estas diferencias subyace una cantidad tremenda de acuerdos y entendimientos. Es mediante el énfasis en los acuerdos (sin negar las rupturas) que Radder encuentra "algo" inmutable sin negar la evidencia empírica de las rupturas que arrojan los estudios históricos: la posibilidad de hacer referencia a un mismo fenómeno/objeto, aun cuando desde cada lado de la ruptura conceptual el significado sea diferente.

La idea de encontrar un 'lenguaje común' no es, desafortunadamente, un elemento popular en los estudios sociológicos de la ciencia, excepto quizá en el sentido de colocar a los actores científicos en un mismo ring 'social'. En esto SSK no se distingue mucho, por ejemplo, de la sociología de Merton, ya que ambos intentan preparar el lienzo cultural en el cual pintar sus grandes explicaciones. Merton dibuja un mundo en el cual la ciencia es sostenida por los ideales comunitarios, mientras que SSK opta por los intereses personales. Por otro lado, la microsociología y los estudios etnometodológicos parten de estudios individualistas sin ninguna mira ni pretensión de unidad.

Tómese como ejemplo el estudio de Collins sobre las ondas gravitacionales. En esta historia, como en todo EPOR, el énfasis es sobre los desacuerdos y la flexibilidad interpretativa. Para resolver la controversia, nos dice Collins, ya que no hay un único patrón o estándar de razonamiento, justificación y diálogo debemos tornar al terreno sociocultural para entender como y por que se resuelve la controversia. Es ahí donde podemos dar una explicación, porque lo común a todos los actores es que son guiados por sus intereses personales (búsqueda de reconocimiento, posicionamiento social, etc.) Merton probablemente enfatizaría lo contrario, que es en el interés de los valores comunitarios que los actores se movilizan. ¿Acaso hay algo faltante en esta pintura? ¿Hay algo más que sea común a todos los actores en la controversia?

Quizá sea trivial decirlo, pero que tal... ¿las ondas gravitacionales? No hablo (sólo) de la teoría subyacente, sino del fenómeno mismo, 'la cosa', las ondas gravitacionales alrededor de las cuales se lleva a cabo la disputa.

Radder introduce la realización material y la co-referencia como parte del rompecabezas de este trasfondo cultural interpersonal, y parte de ahí para enunciar un realismo científico que sin embargo incorpora el relativismo conceptual enfatizado por los estudios sociales de la ciencia. La principal preocupación de Radder contra al relativismo 'radical' involucra las críticas hacia la falta de preocupaciones normativas enunciadas en el capítulo anterior. Puesto en términos simples, uno debe preguntarse si la falta de seriedad con respecto a la materialidad del mundo es o no preocupante. En el intercambio con Singleton, por ejemplo, queda claro que en pos de quedar en una posición políticamente correcta con todas las partes hay una falta absoluta de resolución en torno al problema inicial (recordemos que la discusión gira alrededor de la posibilidad de un crítico de la ciencia de poder o no enunciar si "debe o no una mujer tomar la prueba clínica X"; Singleton concluye que su posición constructivista/feminista le impide, en principio, hacer cualquier tipo de juicio de este tipo). El constructivismo, en su afán por negar 'la realidad' hace desvanecer también la posibilidad de hacer juicios sobre la realidad. Aunque Collins mantiene que EPOR puede y debe mantenerse políticamente neutro, en SSK hay una creciente preocupación por el sentido que se le puede y ha dado a muchos de los resultados de la disciplina, por ejemplo el uso de argumentos anti-científicos por la extrema derecha estadounidense, o la apropiación de la crítica cultural por divulgadores de 'teorías de conspiración' alocadas.<sup>29</sup>

Para mí, la única manera de dar solución al problema es admitir plenamente algún tipo de realismo en los estudios sociales, pero no a la manera del 'relativismo especial' que Collins mantiene como la respuesta finalísima al problema.<sup>30</sup> Me parece que la propuesta de Radder es un buen punto de partida, pues reconoce los problemas planteados tanto por la filosofía como por la sociología en términos de igual importancia. Así mismo, admite plenamente la influencia de las críticas de las demás disciplinas sociales (historia, etnometodología, etc.) sin caer en la trampa de los relativismos radicales. Es por eso que retomo su propuesta de un 'realismo realista' como una mejor respuesta que el 'relativismo especial' de Collins.

"I now have to deal with the 'realistic' aspect of the realism proposed here. This means that it is based on the premises that the historical-social context of the experimental natural sciences cannot be eliminated. And, more specifically, that the occurrence of conceptual discontinuities should be taken seriously and accounted for, and that the no-privilege principle should be accepted, in philosophical interpretations of these sciences. An important advantage of such a 'realism' is that it makes philosophical reflection relevant to the problems of the relation between science, technology and society."<sup>31</sup>

## El nuevo EPOR

Una de las grandes críticas a EPOR desde el terreno científico ha sido que el tipo de estudios que un sociólogo puede hacer sobre una disputa como la de las ondas es bastante limitada tomando en cuenta el poco conocimiento que tiene sobre el tema. A esto, Collins ha respondido (y de paso, demostrado de una manera excepcionalmente elegante) que décadas de investigación en laboratorios de ondas gravitacionales le han permitido adquirir un nivel de conocimiento sobre el tema tal que le es posible entender y comunicar conceptos a nivel de un experto en el campo.<sup>32</sup> <sup>33</sup> Con esto Collins contesta brillantemente a una de las principales críticas a los estudios sociales de la ciencia interpuesta durante las Science Wars por el bando científico: el sociólogo puede (y debe) adquirir suficiente 'bagaje cultural' antes de poder iniciar los estudios de caso, sin que esto signifique que en verdad forme parte de la comunidad que estudia.<sup>34</sup> Por otro lado, se instala en una posición

<sup>29</sup> S. Fuller, op cit. B. Latour, "Why has Critique run out of steam? From Matters of Fact to Matters of Concern", *Critical Inquiry* 30 (2004) 225-248.

<sup>30</sup> H. M. Collins, "Special Relativism - the Natural Attitude", *Social Studies of Science* 12 (1982) 139-143 - ver el capítulo anterior.

<sup>31</sup> Radder, *The material realization of science...*

<sup>32</sup> H. Collins, "A strong confirmation of the experimenters' regress", *Studies in History and Philosophy of Science* 3 (1994) 493-503

<sup>33</sup> "Sociologist fools physics judges", *Nature* 442 (2006) 8

<sup>34</sup> H. Collins et al, "Experiments with interactional expertise", *Studies in History and Philosophy of Science* 37 (2006) 656-674. Recientemente Collins ha adoptado una posición bastante alejada de los preceptos originales de SSK basados en el Programa Fuerte. En este artículo muestra como su inmersión en el "lenguaje interactivo" de las ondas gravitacionales es indistinguible al de un físico gravitacional -para los físicos mismos- mostrando que es completamente competente en el discurso y la "cultura" de su propio objeto de estudio. Es difícil ver como podría Collins cumplir con los requisitos de imparcialidad o simetría a estas

alejada del Programa Fuerte, y tremendamente opuesta a la tradición etnometodológica/ANT encabezada por Latour que insiste en esa fijación cuasi-positivista de mantenerse alejado y ajeno al fenómeno a estudiarse.

Indudablemente, los trabajos de Collins y Pinch --EPOR como tradición-- pusieron los estudios de controversias como una parte central de los debates en los estudios sobre ciencia. Mi intención en el resto de este trabajo es la descripción de un episodio controversial tal como lo viví durante mi estancia como estudiante en un instituto de investigación en física. La idea es escribir un relato tipo EPOR que sin embargo se sostenga muy fuertemente sobre herramientas de análisis tanto filosófico como sociológico para mostrar que en la práctica no son sólo complementarias sino simbióticas. Necesariamente a lo largo del camino me veré forzado a moldear los conceptos a mi gusto, pero como creo debe ser, en ningún momento creo tener la palabra final sobre alguno de los temas aquí tratados.

Durante una discusión con colegas físicos quienes me preguntaban acerca de este trabajo de investigación, me sorprendió que uno de ellos me recomendará leer el libro de Collins sobre ondas gravitatorias al parecerle un excelente libro sobre como realmente funciona la ciencia. Cualquier científico de mediana edad que aun no se sienta cerca del Olimpo de los Nóbel encontrará superfluos los análisis que denuncian la importancia de los elementos sociales en el proceso del quehacer científico, como los interlocutores de esa mesa empezaron a decirme. En ocasiones, tendemos a pensar que los científicos en verdad son los gólems idiotas de Collins. Sin duda, habrá casos que sí lo son. Por supuesto, existen (los veremos) científicos que insistirán en la pukritud (metodo)lógica del quehacer científico. Pero existe un gran porcentaje de científicos (imposible decir qué porcentaje, pero definitivamente mucho mayor de lo que la metáfora del gólem reclama).

Espero que con el estudio de caso presentado a continuación pueda mostrar que a pesar de que 'hacer ciencia' es mucho más que la caricatura del sabio encerrado en su torre que muchos de los defensores de la ciencia ultra-ortodoxa gustan promulgar, tampoco es el ejercicio de negociación maquiavélica de poderes que a veces los constructivistas quieren defender. Al igual que en cualquier otra actividad humana, los científicos pueden tomar decisiones correctas e incorrectas, tanto práctica como éticamente. En ocasiones serán conscientes de esto. En ocasiones no. ¿Por qué debe el filósofo o el sociólogo de la ciencia renunciar a cualquier pretensión de análisis crítico (en un sentido fuertísimo) como principio metodológico? He expuesto aquí varios críticos de esta posición -la posición de EPOR- que ven problemas profundos en algunas de las propuestas del constructivismo que impera en el estudio de controversias, críticas que tomaré en cuenta al realizar la descripción y el análisis de un episodio de ciencia controversial, los cuales presentaré en los siguientes capítulos.

---

alturas, y bien parece que esto ya no es algo que le preocupe demasiado.

## Capítulo 3: El mero mole. Controversias en el efecto Casimir

*“Controversy, n. A battle in which spittle or ink replaces the injurious cannonball and the inconsiderate bayonet.”*

*-A. Bierce, The Devil's Dictionary*

### ¿Por qué estudiar una controversia?

Cuando T. Kuhn propuso el modelo en el que establece dos episodios claramente diferenciados para el análisis de la historia de la ciencia —ciencia normal y ciencia revolucionaria— presentó dos conjuntos disímiles de quehacer científico como separados por una tremenda brecha, insistiendo en que lo característico de la ciencia normal era el acuerdo, en tanto que la ciencia revolucionaria se caracterizaba por el desacuerdo. *La Estructura de las Revoluciones Científicas* puede verse como una apología al estudio del surgimiento, desarrollo y resolución de controversias científicas. La influencia de la obra de Kuhn en la modelación del aspecto actual de los estudios sociales de la ciencia, en los que el análisis de controversias conforma una parte más que significativa, es innegable.

Entre los trabajos post-kuhnianos que mayor influencia han tenido se encuentran aquellos en que se sostiene la propuesta de tratar ‘simétricamente’ a los actores históricos. La idea es que la comprensión cabal de una controversia requiere de un tratamiento equitativo de los actores en juego, sean estos ganadores o perdedores; inclusive, de olvidarse por completo de estos adjetivos. En el caso del Programa Fuerte de la sociología de la ciencia, la simetría fue asumida como uno de sus principios, extendiendo la propuesta que en *La estructura...* se situaba en el terreno del análisis histórico, hacia el epistemológico. Los estudios realizados desde el enfoque del Programa Fuerte enfatizaron el potencial de las controversias científicas para la explicación de los cambios de creencias a un nivel macro. El abismo abierto por Kuhn entre ciencia normal y revolucionaria resultaba, si acaso, cada vez más grande.

Mientras tanto, el quehacer diario del científico, la ciencia normal, se convirtió en el terreno propio de antropólogos y etnógrafos de la ciencia, quienes inmersos hasta el cuello dentro de prestigiosos laboratorios se convirtieron en auténticos cronistas de la vida diaria del experimentador. Si algo han mostrado sus estudios de caso ha sido la multiplicidad y heterogeneidad del ecléctico quehacer científico, así como las complejas interacciones que se dan aún entre los grupos o comunidades más reducidas. Ante el ‘descubrimiento’ de esta amplísima gama de procedimientos, racionalidades y métodos,

el sueño positivista de unidad metodológica y justificativa recibió una nueva, y quizá mortal, estocada. Se abogó entonces por el reconocimiento de la ciencia como un producto cultural más, de entre tantos. Los estudios etnográficos - o microanálisis - encontraron una aliada en la epistemología naturalizada que, desde un enfoque psicológico de los procesos reales de cognición y justificación, desmanteló muchas de las concepciones más arraigadas acerca del proceder científico.

La filosofía de la ciencia se nutrió de los análisis provenientes del enfoque macro en el que predomina el estudio de grandes controversias, pero en los últimos diez años son los estudios de caso, localizados en pequeñas esferas, los que más se han destacado. La resistencia inicial de los filósofos tradicionales a tratar la historia de la ciencia como un elemento crucial para la comprensión epistemológica de la ciencia, poco a poco se fue debilitando y hacia fines de los noventa, sobre todo a partir de trabajos de I. Hacking y P. Galison, la propuesta de abordar a la ciencia en contexto fue aceptada de manera generalizada. Esta aceptación trajo consigo un incremento en los estudios de caso situados en ciencias particulares, con pocas o nulas pretensiones de ofrecer un marco teórico general a partir del cual analizar la ciencia en su conjunto. Podría decirse que estamos ante un escenario desagregado, en el que el pluralismo de las explicaciones y reconstrucciones emerge como lo característico de la práctica científica.

Estudios sobre el lenguaje. Estudios sobre motivaciones. Estudios sobre ideologías. Estudios sobre historias personales. Con tal cantidad de dimensiones, ¿es posible volver a pensar en construir un marco teórico a partir del cual podamos dar cuenta del devenir histórico de la ciencia sin comprometernos con un absolutismo o un relativismo, ambos limitantes? Dentro de innegable multiplicidad de los estudios de caso, ¿cómo encontrar la tan olvidada unidad? El presente estudio es una propuesta en ese sentido. En lugar de estudiar controversias a posteriori, controversias muertas y archivadas, enfocamos la vista en una controversia viva y pulsante. No es una controversia revolucionaria, o por lo menos no parece serlo. Pero tampoco es un simple acertijo de ciencia normal, uno de los divertimentos propios de los períodos homogéneos dentro del esquema de Kuhn. *Podría* ser que este fuera un primer paso hacia una revolución en un sentido amplio, como *podría* no serlo. Es hasta cierto punto, lo que menos me interesa. Lo que sí será parte fundamental de nuestro análisis es el corpus de relaciones intergrupales e interpersonales que saltan a la vista al estudiar cómo los actores involucrados resuelven y revuelven sus diferencias. Y finalmente, sostendremos que aunque los criterios, alianzas, gustos y métodos (entre otros elementos) que entran en juego dentro de nuestra descripción son numerosos y disímiles entre sí, detrás de todos ellos existen elementos de racionalidad persistentes e históricamente trascendentes, y matizados --no-- *profundamente* matizados por el contexto sociocultural y psicológico de quienes los sostienen.

Por supuesto, esta manera de abordar el estudio de las controversias no es nueva. Una vez aceptada la idea de que los procesos lógicos formales no son la panacea de la justificación científica, así como que la contrastación teórico-experimental es en el mejor de los casos un proceso difuso, es natural que el estudio de una controversia tenga como propósito fundamental encontrar cómo es que los actores conducen de hecho el proceso.<sup>35</sup>

La sociología del conocimiento de las escuelas de Edimburgo y Bath en particular, pero de la disciplina en general, han sido duramente criticadas por el preponderante papel que dan a los factores sociales en el desarrollo de la ciencia. Desde un punto de vista internalista de la ciencia, tal posición parece ridículamente insostenible. Por más que el relativismo sea hoy en día una posición muy difundida, poquísimos son los científicos que estarían dispuestos a aceptar tesis relativistas radicales, y aún tesis moderadas tienen casi nula cabida en el mundo de las ciencias. Lo que muchos filósofos de la ciencia nombran realismo ingenuo, con todas las connotaciones que conlleva el calificativo, para la mayoría de los científicos es una manera intuitivamente correcta de proceder.

Muchas son las razones por las que un relativismo radical parece una alternativa poco viable no sólo para la sociología del conocimiento, sino para cualquier tipo de estudio o propuesta cultural general. Es difícil explicar satisfactoriamente la persistencia de las ciencias y los científicos sin apelar a algún tipo de realismo ontológico. Probablemente las tesis más exitosas en este sentido son las ideaciones de la escuela de Stanford, y sus principales miembros Ian Hacking y Peter Galison. El primero opta por un realismo 'operacional' que encuentra en la exitosa manipulación del mundo físico el ancla para explicar compromisos realistas en las prácticas, así como la persistencia de los constructos científicos exitosos en la historia. Galison a su vez propone su teoría de zonas de intercambio de conocimiento intercalado como un 'anti-antirealismo'. Ambos niegan, sin embargo, cualquier tipo de realismo trascendental. Los realismos moderados de Hacking y Galison juegan un papel

<sup>35</sup> "Dentro del estudio de la ciencia, el examen de las controversias científicas puede tener una función similar a la de los estudios paralelos en ciertos campos de la medicina y la biología. Esto sucede porque la controversia científica revela y hace explícitas las reglas y estándares que normalmente dirigen discretamente la operación uniforme de la ciencia. al mismo tiempo la exploración de las controversias nos mostrará hasta qué grado tales reglas constituyen una ligadura para, y ofrecen distinciones entre, especialidades relacionadas.", Gernot Böhme, "Normas cognoscitivas, intereses del conocimiento y la constitución del objeto científico: un ejemplo del funcionamiento de las reglas de a experimentación" en L. Olivé, (ed), *La explicación social del conocimiento*, México: Universidad Nacional Autónoma de México (1985)

importante dentro de este trabajo. Nos ayuda a entender cómo es que grupos tan diversos como los que se describirán más adelante tienden puentes de comunicación, aun cuando pertenecen a grupos sociales tremendamente diferentes, a culturas profesionales muy diversas entre sí, o inclusive a grupos de trabajo abiertamente en competencia o conflicto.

A continuación se presenta, de forma no tan abreviada, el desarrollo de una controversia particular en un área reducida de la física. Así como en estudios anteriores, nuestro trabajo consistirá en encontrar reglas, normas y tradiciones cognoscitivas y socioculturales que entran en juego en el desarrollo de la controversia.

## Una breve historia de la teoría del efecto Casimir

La mecánica cuántica nace 'oficialmente' en 1901 con la publicación del artículo de Max Planck sobre la radiación del cuerpo negro. No tan ampliamente sabido es que no fue sino hasta 1912 que Planck encontró la solución final al problema, incluyendo en una segunda teoría lo que ahora se conoce como la energía del punto cero. El proceso histórico ha sido ampliamente documentado,<sup>36</sup> así que aquí sólo retomaremos las partes esenciales de la teoría justas para nuestro propósito.

En su artículo de 1901, Planck introduce su famosa ley de distribución para el campo electromagnético en una cavidad a temperatura arbitraria. Ésta sirve para encontrar la energía promedio de cada oscilador dentro de la cavidad arrojando el resultado siguiente:

$$U = \frac{b\nu}{e^{b\nu/T} - 1},$$

donde  $U$  es la Energía,  $b$  una constante de proporcionalidad,  $\nu$  la frecuencia y  $T$  la temperatura. Por otro lado, la segunda teoría de 1912 arroja la energía promedio:

$$U = \frac{bh}{e^{b\nu/T} - 1} + \frac{h\nu}{2},$$

En esta última fórmula, independientemente de la introducción de las constantes fundamentales, nótese la inclusión del segundo sumando, que altera la forma *funcional* de la ecuación. Si se toma el límite cuando la temperatura  $T$  tiende a 0, se encuentra que

$$\lim_{T \rightarrow 0} U(T) = \frac{h\nu}{2}$$

Esta energía corresponde a la energía promedio de un oscilador a temperatura cero, conocida como la *energía del punto cero* (epc), que desde su incorporación a la teoría del cuerpo negro fue muy debatida. Sin embargo, aunque fue incorporada por Planck como recurso para hacer el salto del electromagnetismo clásico al cuántico menos abrupto, terminó siendo el primer paso hacia una teoría electromagnética puramente cuántica, puesto que la Física clásica no puede encontrar justificación alguna para su existencia.<sup>37</sup> Pero por otro lado, había argumentos, según el mismo Planck, para pensar que la epc no podía jugar ningún papel dentro de experimentos reales:

*"The aspect of Planck's second theory that attracted the most and the longest lasting attention was, however, the extra term  $h/2$  in his formula for oscillator energy [...] Planck himself did not expect it to be experimentally consequential: it did not appear at all in the distribution law for radiant energy, and it would also, he thought, disappear when the oscillator energy was differentiated by temperature in the computation of specific heats."*<sup>38</sup>

A pesar de todo, Albert Einstein y Otto Stern sostuvieron que cálculos teóricos comparativos entre los calores específicos que incorporaban ambas teorías señalaban que los cálculos eran divergentes y que nuevos experimentos apuntaban a la necesidad de la epc.

<sup>36</sup> T. S. Kuhn, *Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894-1912*, The University of Chicago Press, Chicago:1978

<sup>37</sup> ídem

<sup>38</sup> íbidem

En la teoría cuántica moderna, se reconoce a la epc como un elemento necesario en la descripción de cualquier tipo de oscilador. Su existencia es una manera de formular la Tercera Ley de la Termodinámica. Y aunque habían problemas específicos en los que tomarla en cuenta resultaba necesario (Einstein y Stern acabaron teniendo la razón), dentro de la disciplina donde nació tuvo en inicialmente nula importancia. La electrodinámica cuántica (QED) de Feynman, Schwinger y Tomonaga es la teoría cuántica del campo electromagnético. Entre una de sus formulaciones encontramos la llamada teoría de la segunda cuantización, que no es más que la descripción del campo electromagnético à la Planck, en donde cada modo del campo está descrito como un oscilador independiente. Por lo tanto, la epc vuelve a aparecer en la teoría como la energía del estado base (el estado de mínima energía) de cualquier campo electromagnético. De hecho, puede saltarse directamente desde la teoría de Planck a la segunda cuantización sin demasiado alboroto.<sup>39</sup> Todavía en 1965, Feynman exponía el mismo punto de vista,

*"The state of the electromagnetic field of lowest possible energy, which we shall call the ground state or the vacuum state, is that in which there are no photons of any mode. This means that the energy in each mode is  $h/2$ , where  $h$  is the frequency of the mode. Now, if we were to sum this ground-state energy over all of the infinite number of possible modes of ever-increasing frequency which exist even for a finite box, the answer would be infinity. This is the best symptom of the difficulties which beset quantum electrodynamics.*

*In the present case, for the vacuum state, the problem is easily fixed. Suppose we choose to measure zero point energy from a different zero point. Since there is no physical effect resulting from a constant energy, the result of any experiment we perform will be insensitive to the arbitrary choice of the zero point energy. [...] For the present, we are safe in assigning the zero value to the vacuum-state energy density. Up to the present time no experiments that contradict this assumption have been performed."*<sup>40</sup>

Sin embargo, en 1948 H. G. B. Casimir, alumno predilecto de Bohr y Pauli, publicó un artículo que presentaba una visión alternativa de la epc. Casimir estudió un sistema de dos placas perfectamente conductoras, descargadas y sin interacción gravitatoria entre ellas. Si se pudiera descartar la energía del punto cero, en principio el sistema permanece sin cambio alguno. Pero Casimir propuso que las placas introducen una distorsión en el 'campo de radiación de fondo' que produce la epc y que esta distorsión se puede percibir como una fuerza atractiva entre las placas. En un inicio, Pauli se mostró renuente a aceptar el resultado, aunque finalmente lo consideró plausible. Y aunque Bohr resaltó la posible importancia del resultado para corroborar la 'realidad' de la epc,<sup>41</sup> el resultado fue relegado prácticamente al olvido: la fuerza por unidad de área resultante es tremendamente pequeña y no fue sino hasta los años sesentas que la fuerza pudo detectarse si bien con mínima certeza (experimentos con incertidumbres de hasta cien por ciento), y sólo hasta los noventas que se realizaron experimentos con errores aceptables (menos del cinco por ciento). Actualmente el llamado efecto Casimir ha adquirido renovado interés puesto que es en la escala nanométrica donde las fuerzas de Casimir se vuelven equiparables con otras interacciones físicas. Entonces, aunque en la escala de los objetos cotidianos las fuerzas de Casimir son una de las interacciones más débiles, probablemente jueguen un papel más que relevante como fuerzas parasitarias o fuentes de colapso de nanoestructuras, uno de los temas más de moda en la física contemporánea.

Existen por lo menos tres visiones alternativas de la 'fuente' del efecto Casimir, aparte de la versión de la segunda cuantización que Casimir utilizó. La más importante es sin duda la teoría de E. M. Lifschitz de 1956, que considera la fuerza de Casimir entre materiales arbitrarios.<sup>42</sup> En este esquema, no es el campo electromagnético del vacío la fuente de la fuerza, sino las fluctuaciones dipolares que se observan en la superficie de los materiales reales. Estas fluctuaciones ya habían sido ampliamente estudiadas: son las fuentes de las fuerzas de van der Waals. Lifschitz amplió esta teoría hasta hacerla compatible con la relatividad especial, lo cual dio como resultado las llamadas fuerzas retardadas de van der Waals. La fórmula de Lifschitz no se limita sólo a sistemas vacíos, sino que puede describir sistemas más generales siempre que se conozcan las propiedades ópticas de las interfases, y se ha demostrado que en el límite de conducción perfecta y de espacio entre las placas vacío, el resultado es exactamente el mismo al que llegó Casimir.

Conceptualmente, la fórmula de Lifschitz puede parecer más intuitiva, puesto que apela a entidades físicamente significativas, como son las corrientes superficiales y las fluctuaciones moleculares; compárese con las entidades que pueblan el sistema de Casimir: los fotones virtuales. El problema es que las fluctuaciones moleculares no tienen un origen claro; son presupuestos inexplicados. Al final, son las fluctuaciones del campo del punto cero las que dan origen a los momentos

<sup>39</sup> T. Boyer, "Quantum electromagnetic Zero-Point Energy and retarded dispersion forces", *Physical Review* 174, 1631 (1968)

<sup>40</sup> R. P. Feynman, A. R. Gibbs, *Quantum mechanics and path integrals*, International Series in Pure and Applied Physics, McGraw-Hill Book Company, 1a ed., 1965

<sup>41</sup> H. G. B. Casimir, *Haphazard reality: half a century of science*, Harper and Row (1983)

<sup>42</sup> E. M. Lifschitz, "The theory of molecular attractive forces between solids", *Soviet Physics JETP* 2, 37 (1956)

dipolares y, por lo tanto, aunque la fórmula de Lifschitz puede servir como herramienta adicional para explicar el proceso físico mediante el cual la fuerza actúa, sigue sin haberse librado conceptualmente de la idea de la energía del punto cero. Como se mencionó anteriormente, Lifschitz predijo una interacción de Casimir para materiales reales (no ideales), y es aquí donde radica su importancia, puesto que cuando se quiere calcular la fuerza en sistemas no idealizados, es usando este procedimiento como se hace.

Por último, mencionaremos que existen dos maneras más de abordar el problema. Una es la Electrodinámica Estocástica, que es no sólo una alternativa para este caso, sino para la mecánica cuántica entera.<sup>43</sup> En esta formulación, las fluctuaciones estocásticas del campo electromagnético entran como un presupuesto fundamental del sistema teórico entero, por lo que el efecto Casimir es un resultado natural. Una cuarta alternativa es la teoría de fuentes de J. Schwinger y K. Milton.<sup>44</sup> Sin entrar en detalles en cualquiera de estas dos formulaciones, baste decir que aunque conceptualmente cada una tiene rasgos heurísticos atractivos, ninguna supera los logros de la fórmula de Lifschitz.

## Controversia(s)

¿Quiere usted calcular una fuerza de Casimir? Aquí le ofrecemos la opción más económica:

☞ No necesita saber electrodinámica cuántica. Simplemente seleccione la formulación que usted prefiera (Casimir original, Lifschitz, estocástica o de fuentes). Por su mayor generalidad, le sugerimos Lifschitz.

☞ Escoja usted el material del que están hechas sus placas. Por ahora supongamos que quiere trabajar en el vacío. Ya escogido el material, debe decidir qué modelo de estado sólido quiere utilizar para modelar su material. Recuerde utilizar un modelo válido para cualquier frecuencia del espectro electromagnético.

☞ Una vez modelado el material, calcule los coeficientes de reflectividad de su material, e insértelos en la fórmula de Lifschitz.

☞ Evalúe la integral, y listo.

En realidad, todo cálculo de una interacción de Casimir es así de 'simple'. Pero en realidad, no lo es. El problema es que cada uno de los pasos anteriores presenta serios problemas para el físico, excepto quizá por el primero, donde hay un consenso generalizado en torno al uso de la fórmula de Lifschitz.

El presente trabajo busca describir cómo han surgido controversias en relación a las elecciones que expertos en el campo realizan para cada uno de estos pasos. Se expondrá como *una* aparente controversia es en realidad *una multiplicidad* de controversias, y cómo los actores dentro de estos escenarios justifican sus elecciones ante las alternativas de sus rivales. Haré también manifiestas cuáles son las razones tanto explícitas como implícitas por las que los expertos y no tan expertos actores se inclinan por acciones determinadas, y cómo las elecciones son enfrentadas tanto en el terreno público como en uno más privado.

He encontrado que ningún aparato teórico por sí mismo nos ha servido para contestar las anteriores cuestiones por completo, y que hay puntos que ningún aparato teórico actual toca. Por lo tanto, después de varios episodios un tanto anecdóticos, presentaré un análisis de la controversia que irá más allá de la mera descripción del caso para buscar los elementos filosóficos que entran aquí en juego.

<sup>43</sup> L. De la Peña, A. M. Cetto, *The quantum dice: an introduction to stochastic electrodynamics*, Kluwer Academic (1996)

<sup>44</sup> J. Schwinger, "Sources and electrodynamics", *Physical Review* **158**, 1391 (1967)

## El experimento entra en escena

Poco después de la publicación del artículo de Lifschitz, los intentos experimentales para detectar y medir la fuerza de Casimir habían iniciado.<sup>45</sup> El uso de la palabra 'detectar' es completamente a propósito, pues como se mencionó su existencia no era del todo aceptada. Las dificultades prácticas para llevar a cabo estos experimentos son tremendas. Las fuerzas de Casimir son de muy corto alcance, en el sentido de sólo alcanzar magnitudes realísticamente mesurables a muy cortas distancias, del orden de micras o nanómetros. Aún a estas distancias, las fuerzas de Casimir tienden a ser mucho menores que las fuerzas electrostáticas comunes, por lo que la eliminación de cargas eléctricas parasitarias se vuelve un elemento crucial. Hay una complicación adicional importante, esta es que las distintas fórmulas para encontrar la fuerza de Casimir se expresa para sistemas muy particulares: placas perfectamente paralelas, de longitud y anchura infinitas y perfectamente lisas. A continuación expondremos brevemente cómo los experimentos modernos de alta precisión han logrado enfrentar estas dificultades.

## Experimentos de alta precisión

En 1997 S. K. Lamoreaux presenta la primera verificación experimental de las fuerzas de Casimir de alta precisión (a casi 50 años después del artículo original). Entre las modificaciones al sistema original se presentan las siguientes.

Una de las dificultades experimentales más importantes para los experimentos anteriores era mantener las placas perfectamente paralelas, como requieren las suposiciones teóricas. Las fuerzas de Casimir sólo pueden calcularse fácilmente para sistemas muy particulares. No existe una fórmula exacta, ni siquiera adecuada, para placas que no sean paralelas, y por lo tanto una desviación experimental de esta situación hace que la comparación experimento-teoría se vuelva demasiado engorrosa. Lamoreaux realizó mediciones no entre placas paralelas, sino entre una esfera y un plano recubiertos por una delgada capa de oro y cobre. El cálculo de la fuerza se hizo utilizando el 'Teorema de Proximidad' o aproximación de Derjaguin, donde a partir de la fórmula original se corrige para la geometría esférica de una de las superficies, con un error que puede calcularse si se sabe la curvatura de la superficie. Las correcciones debido a la conductividad finita<sup>46</sup> de los metales se hicieron usando la llamada 'prescripción de Schwinger', y algunas otras correcciones menores también se añadieron. Finalmente, Lamoreaux reportó una precisión del 5%, que sin embargo fue debatida mostrándose que no se habían tomado en cuenta factores como la rugosidad de las superficies.<sup>47</sup> Pero 5% no es una incertidumbre realmente baja para un experimento de alta precisión.

Ninguna de las formulaciones, en principio, trata con sistemas a temperatura diferente de cero.<sup>48</sup> Cuando esto es así, como en cualquier experimento real, existen varias maneras de introducir correcciones en la teoría existente, que básicamente consisten en modelar al sistema como sujeto a una radiación tipo cuerpo negro, utilizando la fórmula de Planck. Los experimentos de Lamoreaux no incorporaban estas correcciones, que sin embargo afectaban el resultado en menos de 1%. Pero se va viendo cómo del sistema teórico al sistema real hay un camino que dista de ser simple.

Varios otros experimentos, principalmente los de F. Chen, U. Mohideen, M. Böstrom, B. Sernelius y G. Bressi, llegaron a reportar incertidumbres de hasta la mitad de magnitud. Uno de los puntos fuertes de la controversia actual surge de los reportes experimentales de Chen y Mohideen, cercanos colaboradores del V. Mostepanenko, de quien se hablará

<sup>45</sup> Para un recuento histórico de los primeros experimentos y las referencias exactas a estos ver: S.K. Lamoreaux, "Resource letter CF-1: Casimir force", *American Journal of Physics* 67, 850 (1999). Aquí se cubre exhaustivamente la historia del efecto Casimir hasta la fecha de publicación de este artículo, en 1999, incluyendo los aspectos matemáticos, teóricos y experimentales.

<sup>46</sup> Recuérdese el sistema original de Casimir las placas son conductores perfectos.

<sup>47</sup> Ninguna superficie a esta escala es perfectamente lisa, y las rugosidades pueden introducir diferencias sustanciales en el cálculo. En los experimentos más recientes, la búsqueda de disminución de imperfecciones en las superficies es agresivamente buscada y defendida. Ver: G. Palasantzas, J. Th. M. De Hosson, "Pull-in characteristics of electromechanical switches in the presence of Casimir forces: influence of self-affine surface roughness", *Physical Review B* 72, 115426 (2005).

<sup>48</sup> En la literatura, si  $T > 0$  se habla de "temperaturas finitas", término que se adoptará de aquí en adelante.

ampliamente más adelante.

## La controversia plena: precisiones, modos transversales, y otras bestias

La explosión del trabajo en nanociencias dio a los estudios en fuerzas de Casimir su razón de ser. Cerca de la micra (micrómetro), las fuerzas de Casimir se vuelven considerables, y medibles. Pero en la escala nanométrica, pueden llegar a ser las fuerzas dominantes del sistema. Varios autores han señalado la importancia para el diseño de nanoestructuras de controlar o modificar las fuerzas de Casimir, e inclusive se han propuesto dispositivos que las aprovechan para funcionar.<sup>49</sup> Cada vez se hace más evidente la necesidad de poder medir estas fuerzas con gran precisión. La precisión requerida va mucho más allá de lo que los experimentos actuales proveen.

La prescripción de Schwinger fue severamente atacada en el 2000 por M. Bostrom y B. Sernelius, dúo teórico y experimental sueco. Conjuntamente realizaron otro experimento con precisión del 5%, y encontraron importantes divergencias con las predicciones teóricas a temperaturas ambientes, de alrededor de 300 K, utilizando la prescripción de Schwinger. Bostrom y Sernelius señalaron la necesidad de revisar la teoría de Schwinger, para ese momento ya canónicamente aceptada, y de paso mostraron que un experimento anterior de U. Mohideen y A. Roy no podía tener la precisión reportada (del 3%, una disminución bastante significativa) debido a que su inconsistencia con los resultados observados. En otras palabras, aunque los experimentos de Mohideen mostraban menor incertidumbre, lo hacían con respecto a una teoría juzgada como dudosa. Las reacciones no se hicieron esperar. En juego estaba la reputación del grupo experimental, que quedaba mal parado puesto que su aumento de precisión había sido orgullosamente promovido. Además, el grupo de Mohideen estaba íntimamente ligado con el grupo de dos de los teóricos más respetados en la comunidad: V. Mostepanenko y G. Klimchitskaya (marido y mujer). Un ataque al experimento de Mohideen era también un ataque a ellos.<sup>50</sup>

Aquí vale la pena exponer la forma en que comúnmente se contestan los ataques en la literatura formal en Física. Cuando un evento de esta naturaleza surge, y el autor que está siendo atacado quiere responder inmediatamente sin pasar por el lento proceso de arbitraje, manda al editor de la revista donde surge el ataque lo que se llama un 'comment', una contestación de a los sumo un par de páginas. Esto es lo usual, y aunque muy directa, generalmente se considera menos agresiva. Mostepanenko decidió tomar el camino largo, y publicar un artículo entero para desechar los resultados de Bostrom/Sernelius, argumentando en la misma línea que Schwinger y Milton habían hecho para defender la prescripción. Ante esto, B/S publicaron un comment al artículo de Mostepanenko-Klimchitskaya, argumentando que, sorprendentemente, la prescripción de Schwinger debía necesariamente fallar a temperaturas finitas y que por otro lado, aunque el formalismo era correcto, el primer término de las llamadas sumas de Matsubara no debía ser incluido para temperaturas finitas.<sup>51</sup>

Adicionalmente B/S mostraban que si en base a sus argumentos físicos (heurísticos) este primer término no era tomado en consideración, el resto de la teoría de Schwinger, tan exitosa hasta entonces, se salvaba completamente y no había manera de encontrar contradicción alguna en la comparación teoría-experimento. A esto, M/K contestaron con un 'reply', (un 'comment' sobre un 'comment') y así inició una serie de dimes y diretes que hasta el día de hoy continúan. Ahí, M/K

<sup>49</sup> M. Serry, et al. "The role of the Casimir effect in the static deflection and stiction of membrane strips in microelectromechanical systems (MEMS)", *Journal of Applied Physics* **84**, 2501 (1994)

<sup>50</sup> Un artículo de divulgación reciente los describe como "expertos en la interpretación de resultados experimentales del efecto Casimir". Fuente: C. Boutin, "Purdue physicists bone rules for nanotech game", *Purdue News*, Agosto 11, 2003. Disponible en línea en <http://www.purdue.edu/UNS/html4ever/030811.Fischbach,casimir.html>

<sup>51</sup> Estas sumas son un método de cálculo alternativo propuesto por Schwinger, y son sumas infinitas de términos asociados a frecuencias características del sistema. Valga una pequeña divergencia al terreno matemático. Una vez que se tiene el planteamiento teórico completo (fórmula integral de Lifschitz más modelación del material) es necesario evaluar la integral resultante. Esta evaluación se vuelve tremendamente complicada en la mayoría de los casos. De hecho, sólo existen soluciones exactas para poquísimos sistemas, y aún la evaluación numérica puede demandar poder computacional excepcional. La dificultad surge en que en realidad la fórmula implica la resta de dos cantidades estrictamente infinitas, y las matemáticas actuales no son adecuadas para manejar este tipo de números. Se han creado métodos alternativos de evaluación, siendo muy frecuente la transformación de un espacio de frecuencias reales a uno de frecuencias imaginarias. Se evalúa la integral compleja y luego se vuelve al terreno de los reales. Schwinger y su entonces estudiante de doctorado Milton enlistaron exactamente cómo deben de realizarse cada uno de los pasos: la llamada prescripción de Schwinger.

volvían a mostrar, usando otros argumentos, supuestos graves errores de B/S. Cualquiera hubiera esperado que Milton tomara parte con M/K, dado que en juego estaba parte de su trabajo doctoral. Sin embargo, ya para entonces Milton tenía dudas sobre la veracidad de la prescripción de Schwinger, debido a su falta de fundamentación física (heurística), y a la crítica de colaboradores cercanos suyos. En sus propias palabras

*"I, perhaps, have a unique perspective on all this, because I have switched sides. I was one of the authors of the 1978 Schwinger et al. paper which reproduced the Lifshitz formula and the standard temperature dependence. (I was Schwinger's student at Harvard, and his postdoc at UCLA.) There we explicitly adopted what some now call the Schwinger prescription of taking the limit epsilon to infinity before setting the Matsubara index to zero. We did this I believe in order to avoid an obvious contradiction with thermodynamics, namely nonzero entropy at zero temperature. When I wrote my book on the Casimir effect in 2001 I still abided by that prescription, and made some dismissive remarks about the other point of view which was just then emerging. It was at the Harvard meeting in 2002 that I was converted. I had already started working on a collaboration on the master with Brevik and Høye, but did not yet appreciate the point. I now am firmly of the opinion that the Schwinger prescription is wrong, and that one simply must use real data, and physical requirements, in the Lifshitz formula. I have closely read through all of Mostepanenko et al.'s papers and find them unconvincing, because they always involve ad hoc elements, such as neglect of relaxation and transverse momentum, as well as extrapolation prescriptions."*<sup>52</sup>

Así, Milton cambió de acera, uniéndose al debate en pleno.

Cada dos años la comunidad de Casimir se reúne en el congreso *QFEXT* (Quantum Field Theory under External Conditions), el evento más importante relacionado al campo de investigación. En 2002 se llevó a cabo en la Universidad de Oklahoma bajo el hospedaje de Milton. Este tipo de reuniones generalmente se ven como oportunidades para suavizar asperezas, intercambiar consejos amigables, y conversar informalmente; en esa ocasión ocurrió justo lo contrario. Meses antes Klimchitskaya publicó un artículo que refería a algunas de las metodologías usadas por M/K.<sup>53</sup> Ahí daba argumentos adicionales a favor de su modelo haciendo referencia a otro, llamado de impedancias generalizadas. Para ese entonces, los grupos de M/K y B/S se encontraban en una cierta clase de armisticio, pues nada nuevo relevante se había publicado ni a favor ni en contra. Sin embargo, el modelo de impedancias generalizadas era la especialidad de otros ponentes del congreso, Carlos Villareal y Raúl Esquivel del Instituto de Física de la UNAM. En su trabajo, demostraban que el argumento de impedancias generalizadas como era usado en la teoría *K/M* era incorrecto, puesto que implicaba el uso de una aproximación no válida para la generalidad requerida por los cálculos.<sup>54</sup>

Aunado a esta(s) controversia(s), había otra en el terreno experimental. Chan y Mohideen, fuertes aliados de Mostepanenko, publicaron resultados experimentales aún más audaces, y que 'curiosamente' siempre mostraban concordancia con las predicciones teóricas de M/K. Para entonces, Mostepanenko se incluía como coautor de las nuevas publicaciones experimentales, puesto que sus 'interpretaciones' y análisis estadísticos eran cruciales para alcanzar los grados de error 'encontrados' (menos del 1%).<sup>55</sup>

El año 2004 fue fundamental para el grupo del IFUNAM. Para no entrar en la misma modalidad de confrontación que había con B/S, Klimchitskaya propuso asistir al IFUNAM con Mostepanenko para exponer el tema en un seminario y discutirlo a profundidad. Durante una semana se llevaron a cabo pláticas entre el reducido grupo. La posición de Mostepanenko era completamente inflexible, y hacia el final sus pláticas se enfocaban a la mera justificación de su método. Finalmente

<sup>52</sup> K. Milton, comunicación privada con el autor (2005)

<sup>53</sup> G. Klimchitskaya, "Surface-impedance approach solves problem with the thermal Casimir force between real metals", *Physical Review A* **67**, 062102 (2003). Nótese el énfasis en la retórica del título, continuada a lo largo del artículo, que resalta la solución *absoluta* del enigma. Esta es la actitud típica de Mostepanenko y sus colaboradores.

<sup>54</sup> Mostepanenko y Klimchitskaya utilizan un modelo de impedancias llamado 'impedancias de Leontovich', prácticamente desconocidos fuera de la antigua Unión Soviética, aún cuando se incluyen en la famosa serie de Física Teórica de Landau y Lifshitz. Leontovich, un ingeniero obviamente soviético, propuso este modelo de impedancias para describir la reflexión de ondas sobre superficies para ondas en el rango óptico y a incidencias cercanas a la normal. Por lo tanto, las ecuaciones son válidas sólo como aproximaciones muy limitadas, en contraste con el método propuesto por Villareal y Esquivel, que sirve como un acercamiento completamente general, válido para cualquier ángulo de incidencia, frecuencia y dirección de propagación. En la ponencia de *QFEXT'03*, Esquivel mostró fehacientemente que las impedancias de Leontovich simplemente no son una buena aproximación para el problema dado, y que adicionalmente sus 'impedancias generalizadas' incluyen a las de Leontovich como un caso particular.

<sup>55</sup> V. Mostepanenko, F. Chen, G. Klimchitskaya, U. Mohideen, "Experimental and theoretical investigation of the lateral Casimir force between corrugated surfaces", *Physics Review A* **66**, 032113 (2002)

anunció que había sometido a *Physical Review E*, una revista de muy alto prestigio y parámetro de impacto, los resultados experimentales que le darían la razón más allá de cualquier duda. Los experimentos incluían análisis estadísticos de una complejidad inmensa y cálculos computacionales que habían llevado meses de trabajo en supercomputadoras. El título del artículo era particularmente llamativo, "*Theory confronts experiment in the Casimir force measurements: quantification of errors and precisions*"<sup>56</sup> La comunidad no fue tan acogedora como Mostepanenko esperaba. El problema esencial estribó en que los resultados de M/K y la precisión experimental reportada eran completamente dependientes de los métodos de análisis estadístico 'creado' por M/K. En efecto, lo que M/K muestran es que, aplicando una estadística elaborada por ellos mismos, la comparación concuerda con sus propias predicciones con desviaciones menores al 1%.

El tercer visitante en el 2004 fue V. Svetovoy, un cercano colaborador del Esquivel y fortísimo crítico de M/K (tanto académica como personalmente). La diferencia entre ellos va más allá de lo profesional. Contrastó la bien mostrada arrogancia de Mostepanenko con la relativa juventud y amabilidad de Svetovoy. Según sus propias palabras, lo que más molesta a Svetovoy no es en sí que Mostepanenko defienda o no su teoría con argumentos que considera dudosos, sino su descarte a priori de otras alternativas. Junto con Esquivel, ha sido uno de los principales impulsores de la revisión de los resultados teóricos de M/K, dando argumentos extremadamente diversos. Por ejemplo, han mostrado que el modelo de impedancias que utiliza Mostepanenko (i.e. impedancias de Leontovich) no son las adecuadas para trabajar en el efecto Casimir; que existen argumentos para pensar que la Segunda Ley de la Termodinámica no está violada en los cálculos, si se cambias algunos supuestos teóricos extras; que la inclusión de términos no-locales (i.e., términos que dependen del vector de onda) es un factor que modifica significativamente los cálculos y que no está tomado en cuenta por M/K; entre otros.

Svetovoy no está sólo en el terreno teórico, pero no es sólo ahí donde el grupo 'ruso' ha encontrado oponentes. D. Iannuzzi, un investigador joven dedicado exclusivamente a este campo disciplinario, concluye que los reportes de Mostepanenko son en el mejor de los casos, dudosos.<sup>57</sup> Acerca de esto escribe Milton

*"I have closely read through all of Mostepanenko et al.'s papers and find them unconvincing, because they always involve ad hoc elements, such as neglect of relaxation and transverse momentum, as well as extrapolation prescriptions. We have just written a rebuttal, quant-ph/0506025, of their latest attacks on our work. I rather agree with what Iannuzzi has to say about Mostepanenko's methods; I rejected their recent big paper from PRE, but it is now appearing in Annals of Physics."*<sup>58</sup>

Nótese la importancia de las influencias de cada actor para controlar parte del aparato de publicación.

## El modelo de Drude

En el 2004, M/K encontraron nuevos argumentos a favor de su teoría. Para modelar los materiales teóricamente, con frecuencia se utiliza el llamado modelo de Drude, una de las fórmulas más ampliamente usadas en la Física de Estado Sólido. Mostepanenko 'demostró' que si uno utiliza el modelo de Drude dentro de la fórmula de Lifschitz utilizando las impedancias de Leontovich, la Segunda Ley de la Termodinámica se viola.<sup>59</sup> Esto está (fuera de duda, y toda la comunidad coincide en que cualquier violación de la Segunda Ley es inaceptable. El problema es que las presuposiciones teóricas de Mostepanenko siguen siendo arbitrarias. Por ejemplo, ¿qué pasa si se usa la fórmula de Lifschitz, el modelo de Drude, pero no se sigue la prescripción de Schwinger? Mostepanenko no contesta a esto. Otra curiosidad. Mostepanenko aboga por el uso del llamado modelo de plasma como alternativa a Drude. Sin embargo, el modelo de plasma es un caso particular de Drude, así como las impedancias de Leontovich son un caso particular de las impedancias generalizadas.

Evidentemente, esta violación a la Segunda Ley fue, en términos retóricos, un movimiento maestro de Mostepanenko. Pero también fue una observación crucial, pues mostró que, incluyendo algunos de sus propios resultados, el cálculo de las

<sup>56</sup> F. Chen, G. Klimchitskaya, U. Mohideen, V. Mostepanenko, "Theory confronts experiment in the Casimir force measurements: quantification of errors and precision", *Phys. Rev. A* **69**, 022117 (2004).

<sup>57</sup> Tuve la oportunidad de entrevistarme con Davide tanto en *QFEXT'05* en Barcelona (donde afortunadamente salió a mi defensa cuando Klimchitskaya objetó mi uso de modelos inadecuados -y lo eran- durante una presentación sobre mi trabajo en el IFUNAM) y durante mi estancia en Holanda, donde me mostró su laboratorio en la Universidad Libre de Amsterdam.

<sup>58</sup> K. Milton, comunicación privada con el autor (2005)

<sup>59</sup> V. Mostepanenko et al. "Violation of the Nernst Heat theorem in the thermal Casimir force between Drude metals", *Physical Review A* **69**, 022119 (2004)

fuerzas no era un asunto tan simple como ‘enchufar’ un modelo de materiales particular en la fórmula de Lifschitz, y luego proceder con el cálculo.

## QFEXT 2005

En octubre del 2005, se llevó a cabo en Barcelona un nuevo capítulo de QFEXT, donde estuvieron presentes todos los personajes antes mencionados, uno de los coautores de este artículo, y varias decenas de personajes más.

Dos eventos resultaron cruciales para el presente debate. En primer lugar, Klimchitskaya decidió dedicar una sesión entera para la exposición de sus métodos estadísticos. La presentación dejó si acaso más dudas con respecto a su supuesta objetividad; la explicación que duró casi una hora entera fue incomprensible para la mayoría, por la complejidad de los argumentos.

El segundo evento, quizá el punto culminante del congreso, fue la creación de una mesa redonda abierta para la discusión exclusiva de la controversia, que en principio se recibió como un llamado de paz y de discusión exhaustiva. En un pequeño auditorio, nos reunimos los no tan expertos junto a los expertos para limar asperezas entre los grupos. En un inicio, sucedió todo menos lo planeado. De nuevo, la fuerte personalidad de Mostepanenko la que acalló voces: ¿Qué más prueba puede haber más allá del experimento? Los ataques personales entre Mostepanenko y Svetovoy no se hicieron esperar, y Mostepanenko salió victorioso. Cuando se vio que poco se estaba logrando, y que los ánimos se calentaban, el presidente del debate, M. Bordag, anunció la aceptación de una última participación antes del cierre del debate. Fue ahí cuando un desconocido estudiante de Física y Filosofía de la Ciencia, asociado al grupo del IFUNAM de R. Esquivel, decidió exponer brevemente la tesis de la carga teórica de la observación y la tesis Duhem-Quine de la infradeterminación teórica. Esa fue la puerta a un debate, a veces amargo (los físicos son huesos duros de roer) pero en su mayor parte fructífero, sobre la insatisfacción que creaba la interdependencia entre los grupos experimentales y teóricos de Mohideen y Mostepanenko. Además, Iannuzzi ejemplificó los argumentos filosóficos recordando cómo Mohideen había sido forzado a reconsiderar sus presupuestos teóricos en sus artículos más recientes, inclusive hasta el punto de reportar errores muy superiores a experimentos suyos anteriores. Mohideen no respondió más que admitiendo que había sido demasiado apresurado con el cálculo de los errores experimentales, y ciertamente al tiempo de la publicación en cuestión los factores de cálculo extras todavía no eran demasiado conocidos. Fue ahí como el incipiente filósofo de la ciencia se vio por un breve instante inmerso en el papel de catalizador intelectual. Aunque no se llegó a una conclusión satisfactoria para todas las partes, sí se coincidió en un punto: los experimentos actuales no son lo suficientemente precisos para inclinarse por ninguna de las opciones teóricas. La controversia, a pesar de Mostepanenko, sigue abierta.

Al ser cuestionado al respecto, Esquivel opinó que es posible que la controversia no tenga una solución final. Aun cuando se lograra un consenso con respecto a la aceptación de un experimento como ‘final’, opina que el problema no es tanto técnico, sino que se debe a *“una incomprensión de los principios físicos detrás del problema”* y que *“no será sino hasta que se encuentre una comprensión de la física detrás del problema que éste tendrá una solución aceptable”*.

## Desarrollos Recientes (2006-2007)

Después de QFEXT’05, la controversia se calmó un poco. Aparentemente, ambos lados habían resuelto que este era un diálogo de sordos, y como finalmente se había aceptado que el experimento sería el árbitro final, que sería sólo cuestión de tiempo antes de que los experimentos dieran la razón absoluta a uno u otro. Algunos intentos de exponer la complejidad del problema, y su solución han aparecido a favor <sup>60</sup> y en contra <sup>61</sup> del grupo de M/K, pero ninguno ha sido aceptado por la comunidad en general.

Sin embargo las cosas han vuelto a ebullir. A finales del 2006, viajé a Holanda para hacer una estancia en la Universidad de Groningen, y también para aprovechar la posibilidad de entrevistar a varios de mis colegas con respecto a esta

<sup>60</sup> V. Mostepanenko et al. “Present status of controversies regarding the thermal Casimir force”, *Journal of Physics A* 39, 6589 (2006)

<sup>61</sup> K. Milton et al., “Thermal Corrections to the Casimir effect”, *New Journal of Physics* 8, 236 (2006)

controversia durante un congreso especializado sobre fuerzas de Casimir.

El evento fue organizado por Iannuzzi y George Palasantas, y ninguno de los miembros del grupo de Mostepanenko fue invitado, o asistió al evento.

Dos nuevos elementos entraron en juego. En primer lugar, parece que en estos momentos hay un détente informal debido a las dificultades técnicas que hay en idear experimentos que den precisiones que la comunidad entera esté de acuerdo en calificar como más precisos. Sin embargo, varias de las ponencias fueron dirigidas a un área cercana a las fuerzas de Casimir, pero que representan un terreno de investigación distinto: las llamadas fuerzas de Casimir-Polder, una variante de las fuerzas de Casimir 'normales' pero en las cuales los experimentos son mucho más simples y las mediciones más exactas. Adicionalmente, algunos de los resultados encontrados para Casimir-Polder son completamente extrapolables a las fuerzas de Casimir generalizadas, tal es el caso para las cuestiones sobre funciones dieléctricas y la controversia sobre la violación a la Segunda Ley. Por lo tanto, es probable que los experimentos cruciales que en fuerzas de Casimir no son posibles en este momento para determinar al 'ganador' de la controversia sean accesibles a los experimentadores de Casimir-Polder en un futuro muy próximo.

Svetovoy presentó lo que sin duda será uno de los argumentos más fuertes en contra de los reportes experimentales de Mostepanenko et al. Como he mencionado hasta aquí, una de las piezas fundamentales del rompecabezas es el modelo (Drude, plasma) que se usa al modelar las propiedades ópticas del metal. Mostepanenko mostró que ciertas combinaciones (aquellas usadas por sus oponentes en los cálculos) eran inadmisibles, y por lo tanto los cálculos necesariamente errados. La alternativa que ha defendido es el uso de su propia combinación de impedancias y modelos. Svetovoy, sin embargo, ha mostrado algo que, en palabras de Esquivel, "*la comunidad de Estado Sólido ha sabido desde siempre*". Tras analizar varias muestras de Au (oro) como las que comúnmente se utilizan en los experimentos de Casimir, se compararon los cálculos para distintas frecuencias, materiales, configuraciones del metal, etc. utilizando el modelo de Drude junto con los parámetros ópticos (experimentalmente obtenidos) universalmente aceptados tanto por teóricos como experimentales, y usados en la mayoría de los cálculos.<sup>62</sup> Se obtuvieron resultados sorprendentes. Para configuraciones enteramente probables, las variaciones en el cálculo de la fuerza de Casimir es hasta del 5.5% para distintos materiales. Esto significa: para el cálculo de la fuerza de Casimir 'teórica' de una muestra particular (i.e. para un experimento particular) si se desconocen las propiedades ópticas reales, experimentalmente medidas in situ, y en cambio se utiliza un modelo "ingenuo" donde se utilizan valores 'genéricos' para los parámetros necesarios, se introduce un error de cálculo que puede llegar a ser hasta del 5.5%. El argumento de Mostepanenko a favor de su combinación de impedancias/modelo de hecho incorpora modelos 'ingenuos', y por lo tanto es imposible promulgar errores experimentales del 1%, cuando la teoría con la que se compara ya tiene de entrada errores de hasta 5.5%. En realidad, esto ya había sido adelantado por Milton, como muestro en una de las correspondencias incluidas en párrafos anteriores, "*one simply must use real data, and physical requirements, in the Lifshitz formula*". La conclusión es contundente: ningún modelo es suficientemente poderoso para calcular las fuerzas con alta precisión, y se debe recurrir a los datos particulares de cada sistema experimental.<sup>63</sup>

## ¿La controversia? No... las controversias

Siquiera mencionar todos los artículos que resultan pertinentes a las discusiones alrededor de este episodio controversial sería una empresa extraordinaria (de hecho, aunque ese era mi propósito original, ante las largas cadenas de citas, artículos oscuros y referencias cruzadas opté por solo incluir los textos más relevantes a la discusión). A mitad de esta empresa me dí cuenta de algo. Esta no era una controversia sino una multiplicidad de ellas. A continuación presento un bestiarario de éstas:

<sup>62</sup> E. D. Palik (ed), *Handbook of optical constants of solids*, Academic Press (1997)

<sup>63</sup> Sin embargo, otra de las ponencias en Leiden resultó también sorprendente. Maarten DeKievit de la Universidad de Heidelberg es un especialista en la elaboración de superficies para experimentos de fuerzas Casimir-Polder. Desconocido y en general desconocedor a profundidad del campo de fuerzas de Casimir, presentó los métodos comúnmente usados por su grupo para la construcción de películas y superficies de oro. La precisión con la que su grupo diseña los materiales dejó sorprendida a la comunidad entera: hoy por hoy es posible lograr superficies libres de rugosidad y de alto grado de pureza es increíble. De poder aplicarse estos métodos en la medición de superficies con fuerzas de Casimir, es muy probable que las precisiones experimentales puedan incrementarse tremendamente, y que puedan construirse modelos puramente teóricos para estas superficies tan regulares.

*Controversias teóricas*

- ↻ Sobre la versión de la Electrodinámica Cuántica a usar. ¿Modelo de Lifschitz ó teoría de fuentes de Schwinger?
- ↻ Sobre el modelo de impedancias. ¿Impedancias superficiales, de Leontovich, híbridas?
- ↻ Sobre el modelo de metales a usar. ¿Modelo de Drude o de plasma?
- ↻ Sobre si usar o no un modelo. ¿Utilizar datos tabulados, ó es necesario caracterizar óptimamente cada material?
- ↻ Sobre los modos transversales. ¿Deben ser incluidos en los cálculos?
- ↻ Sobre las correcciones a temperatura finita. ¿Las correcciones como actualmenter dicta la teoría son correctas? ¿Influye su inclusión significativamente o no?
- ↻ Sobre la no-localidad. ¿Puede uno fiarse de cálculos que no la influyen?
- ↻ Sobre la rugosidad. ¿Las correcciones dictadas por la teoría actual son adecuadas? ¿Es posible eliminar los efectos de la rugosidad o descartarlos en los cálculos?
- ↻ Sobre los efectos geométricos. ¿El teorema de proximidad arroja correcciones fidedignas?

*Controversias del análisis experimental*

- ↻ Sobre la relevancia de errores. ¿El efecto parasitario X ó la particularidad Y del material ó aparato en cuestión está siendo tomado en cuenta? ¿Debe ser tomado en cuenta?
- ↻ Sobre la determinación de los errores. ¿Aceptado que el efecto X es relevante, cómo cuantificarlo?
- ↻ Sobre la propagación de los errores. ¿Cómo afecta el error asociado a X el cálculo final?
- ↻ Sobre el análisis estadístico.

Cada uno de los puntos expuestos arriba representa un tema de especialización donde hay sendos debates hoy en día. Por lo tanto, el problema no es una controversia, sino muchas de ellas juntándose alrededor de la explicación de un único fenómeno físico.

## Capítulo 4: Observaciones Finales y Conclusiones

*"You are completely wrong."*

*-V. Mostepanenko*

### La Filosofía de la Ciencia en Acción

Escribiendo sobre la libertad de decisión del ser humano, Wittgenstein la comparaba con un tren en marcha. Aunque a primera vista el accionar del tren aparenta ser fuertemente constreñido, al sólo poder moverse para atrás y para delante sobre la vía que en un momento particular atraviesa, en verdad la complejidad de oportunidades de acción es inmensa. El tren ciertamente tiene en su haber sólo dos sentidos posibles para cada instante. Y sin embargo, la multiplicidad de maneras en que cada viaje puede realizarse es inmensa. El tren puede desacelerar y acelerar, en determinado momento cambiar de vías, llegar a un sitio para el cual no estaba destinado, llegar tarde, o temprano, tomar la dirección equivocada y colisionar con otro tren, o forzar la marcha para descarrilarse en una curva pronunciada. Todo esto para un aparateo que, de hecho, sólo puede ir hacia atrás o adelante. ¿No es de esperarse que para algo ligeramente más complejo -digamos un ser humano- la situación sea tremendamente más complicada?

Al preguntarse sobre el libre albedrío y la aparente imposibilidad de éste dadas las 'determinaciones' que existen sobre el ser humano (psicológicas, lingüísticas, genéticas, socioculturales...), la respuesta de Wittgenstein es una brisa de aire filosófico fresco en un mundo donde todo el tiempo se quieren determinar las influencias sobre nuestras acciones: si el tren, aún con las constricciones que sufre es capaz de contener un mundo de eventos posibles, es impensable que el potencial de actuar del ser humano pueda ser concebido de manera tan limitada a pesar de todas estas influencias. Esto sin embargo, no significa que cualquier persona es 'libre' de hacer absolutamente cualquier cosa. Al fin y al cabo, el tren tendrá que ajustarse a lo que las vías le permitan hacer, así como el ser humano a sus condiciones. Pero entonces, ¿podemos llamar a esto, en verdad, libre albedrío? Para Wittgenstein, la respuesta es sí.

¿Cómo se refleja esta pregunta sobre el libre albedrío en los estudios sobre ciencia? Posicionemos ahora al científico como el objeto central de la metáfora y preguntémosnos, ¿cuáles son los elementos que conforman las vías sobre las que corre la maquinaria del quehacer científico? ¿La acción racional? ¿Los paradigmas? ¿La enculturación local? ¿La ambición personal?

Dado que este trabajo tiene como principal propósito estudiar un episodio de como se hace ciencia, es pertinente preguntar qué conclusiones puede uno obtener del análisis de la controversia descrita cara a cara con las principales corrientes en filosofía u sociología de la ciencia que buscan explicar la acción científica. La metáfora de Wittgenstein viene al caso porque, posicionados desde distintas perspectivas, los estudios sobre el actuar científico siempre han deseado elucidar cuales son los factores que influyen o inclusive determinan el actuar de los científicos.

En los inicios de la filosofía de la ciencia, se pensó que la teoría estaba guiada por las herméticas reglas de la lógica, mientras que la observación por la visión privilegiada, distante y ecuaníme del empirismo ingenuo. Posterior al giro sociológico, la filosofía admite tesis sobre la carga teórica de la observación, la tesis Russel-Hanson, la tesis Duhem-Quine, etc. que dan importancia primordial a la forma como las particularidades del sujeto científico y de su entorno determinan sus resultados. Yendo en una dirección muy distinta, la sociología y la historia de la ciencia buscan definir los intereses, el contexto histórico, el escenario humano de amplio espectro que determina la dinámica social de la ciencia. Tradiciones tremendamente distintas, opuestas a veces; puede sin embargo observarse empatía en este propósito de desmenuzar los porqués de cómo se practica la ciencia. Filósofos como Radder y sociólogos como Collins representan líneas de investigación que aunque perfectamente localizadas en sus campos académicos, tienen un carácter híbrido que permite que tanto el primero incorpore elementos de los estudios sociales a su tesis filosófica, como que el segundo pueda formular resultados de sus estudios sociológicos como tesis netamente filosóficas. Esto permite que sus trabajos puedan de hecho utilizarse para el análisis de casos concretos y reales.

Enfrentar a estos dos autores tiene como propósito mostrar que un análisis completo de un estudio de caso como el de la controversia del efecto Casimir requiere elementos de ambas tradiciones, filosofía y sociología. Así, la filosofía del experimento de Radder proporciona las herramientas de análisis adecuadas sin las cuales, en mi opinión, estudios tipo EPOR se reducen meramente a la presentación de episodios particulares interesantes; a cuentos y relatos sobre científicos que se quedan en la parte más superficial de la discusión de fondo que compone la controversia. Pero por otro lado la filosofía de Radder presenta serias dificultades para enfrentar problemas de corte puramente sociológicos simplemente porque el marco teórico está dirigido -como es típico en la filosofía- al análisis de un espectro muy angosto de las posibles acciones a llevarse a cabo en laboratorio.

Si he presentado los argumentos técnicos de los actores de la controversia (citas a la bibliografía relevante en su variedad más especializada) es porque tomo estas discusiones sumamente en serio como parte fundamental del desarrollo de la controversia. En sociología de la ciencia, con su afán en buscar las dinámicas del poder y la adquisición de prestigio, parece olvidarse por completo que los buenos argumentos sirven ellos mismos como fuertes armas en las disputas. Ahora bien, ¿qué es un buen argumento? En la vieja filosofía de la ciencia el buen argumento teórico es aquel sustentado en la lógica, como el buen argumento experimental es aquel basado en la observación meticulosa. Hoy sabemos que las cosas rara vez son tan claras, pero me rehúso a admitir que, como parecen indicar los estudios sociales, la explicación es que los buenos argumentos son los que finalmente hacen al ganador ganar. Parte de esta sección final será enunciar claramente los que me parecen son los buenos argumentos para *esta* comunidad particular. Con esto no busco encontrar las reglas universales de la buena ciencia, mas sí quiero mostrar que para los miembros de una comunidad específica existe una definición de trabajo de lo que es hacer buena y hacer mala ciencia. Ver al científico como un ser humano con libertad de elección, por más fuertemente constreñida que esta esté por 'factores' (sociales, culturales, etc.) nos dirige a un tema recurrente en las entrevistas que realicé: la ética científica. Muchas de las quejas en contra de Mostepanenko y su grupo giran alrededor de su violación de lo que sus críticos perciben como principios éticos básicos de la actividad científica. Otras frases como 'falta de profesionalismo', una vez exploradas a fondo, tienen connotaciones que apuntan a que *éstas* no se tratan tan solo de argumentos *ad hominem* contra un rival, sino de que existe un sentido comunitario de que se están violentado las reglas básicas de una disputa académica limpia. Entonces, dejaré clara esta observación: dentro de la comunidad del efecto Casimir existen reglas de conducta, que aunque no escritas, pueden ser enunciadas por los miembros de la comunidad con relativa facilidad. Esto es perfectamente observable en el hecho de que cuando un miembro de la comunidad las viola (como en el caso de Mostepanenko), los demás pueden señalar cómo y cuándo se ha llevado a cabo esta violación.

Si existen reglas de acción dentro de la comunidad, es de esperarse que violarlas tenga algún tipo de consecuencia para el infractor (no importando que el infractor pueda evadirlo, superarlo o simplemente ignorarlo). Cuando Mostepanenko causó que antiguos colegas suyos se distanciaran de él, lo atacaran o le recriminaran públicamente sus acciones, estamos observando las consecuencias del malestar de la violación de un código ético no-escrito. El gradual aislamiento de su grupo de investigación, su pérdida de prestigio como una autoridad confiable, son efectos de sus acciones. La fragmentación de la comunidad del efecto Casimir es una prueba de que cuando las reglas de acción son quebrantadas arbitrariamente, la cohesión de la comunidad misma se ve afectada.

El giro social de los estudios sobre ciencia puso en crisis lo que se consideraban eran *las* reglas del juego científico: el experimento como mediador absoluto. Después la sociología de la ciencia encontró nuevas reglas, para que pronto SSK llegara y las tumbara. Sin embargo, pensando en que debe haber *algún* tipo de orden dentro de todo este caos, surgieron propuestas como las de EPOR que dan a las reglas sociológicas la supremacía que las otras tenían antes. Mi conclusión es esta: ni el experimento, ni la teoría, ni los intereses son suficientes para explicar la acción científica. Y sin embargo... sin embargo, cada uno de estos pedazos es necesario para explicar alguna parte de la totalidad científica, y en mayor o menor grado todos

intervienen y permean todos los procesos científicos. ¿Cómo hacer para unificar instrumentos y tradiciones académicas tan diferentes entre sí? No creo que haya una respuesta única, quizá ni siquiera una simple, pero un primer paso es tomar en serio cada una de las tradiciones. Si optamos por el enfoque filosófico, aceptar que los resultados de los estudios sociológicos son dignos de explicación, y cuando no estemos de acuerdo, de refutación seria. Si optamos por el enfoque sociológico, tener claro que debe haber un mínimo de congruencia con los resultados de la filosofía de la ciencia. Pero sobre, todo lo que en este trabajo propongo es que la voz del científico tiene el mismo grado de importancia que las demás partes. No más ni menos importantes, pero igualmente dignas de tomarse en serio. Por lo tanto, el realismo científico como principio básico del actuar científico no puede ser ignorado -no puede ser ignorado- como una simple arma de autocomplacencia, un aparato retórico o una ideología necia y arcaica. Como he tratado de mostrar, la actitud realista en el científico es una creencia arraigada firmemente y sin la cual su actividad profesional pierde sentido.

El problema crítico de si, por ejemplo, el constructivismo puede tomar seriamente o no al realismo es este: no todas las especies de constructivismo son compatibles con un realismo mínimo. *Algunas* lo son: bienvenidos y bienaventurados los constructivismos kantianos. Aquellos que no lo son, ni siquiera mínimamente compatibles, me parece que le quitan tanta sustancia a su propio objeto de estudio que lo dejan totalmente vacío. Y entonces, ¿para qué estudiarlo? <sup>64</sup>

### ¿Existen reglas en el quehacer científico?

Una de mis principales objeciones a EPOR se relaciona con la dinámica del cierre de controversias relacionadas al llamado 'regreso al experimentador'. Recordemos brevemente que según este argumento, al no existir criterios universales para juzgar un resultado experimental como 'bueno' o 'malo', la resolución o estabilización de una controversia está determinada única y exclusivamente por negociaciones sociales. Recordemos también que esta es la piedra angular del R-relativismo de EPOR.

Collins mantiene que si no existen patrones universales de lo que es un buen experimento, en lugar de ellas los actores buscarán estrategias de negociación que los lleve al éxito. Una de las claves (quizá la clave) para obtener el éxito en este escenario es que el estatus de uno de los actores sea suficientemente alto relativo al de sus oponentes para borrarlo del mapa. Pero, ¿qué lleva a un experimentador a tener un alto estatus dentro de una comunidad?

En la descripción del caso de las ondas gravitatorias, Collins relata como uno de los argumentos más fuertes para que el grupo 'ganador' terminara siéndolo fue que un físico experimental considerado por ambas partes de la disputa como un "buen" experimentador, cuyos resultados eran fiables, terminó encontrando resultados resonantes a los suyos. Este experimentador 'neutral' contrasta con los actores de la controversia pues de él aparentemente nadie pone en duda su integridad ética, ni sus habilidades técnicas, lo que hace su opinión un factor casi decisivo para resolver el balance de fuerzas en una dirección determinada.

Ciertamente, cada uno de los grupos experimentales involucrados en la comunidad del efecto Casimir parece tener sus propias versiones de lo que constituye un buen experimento. En entrevistas y en correspondencia con muchos de los físicos experimentales involucrados, me fue imposible redactar a partir de ellas, por ejemplo, una lista de criterios específicos de lo que sería un 'buen experimento' en la que todos los involucrados pudieran haber coincidido.

Me parece que el criterio de reproducibilidad de Radder es un ejemplo de lo que considero deseable universal de un buen experimento. La reproducibilidad es sin duda un elemento sine qua non de un experimento aceptable, o limitémonos al caso en mano, a un experimento aceptable para esta comunidad. Un tema constante en las quejas contra el grupo de Mostepanenko por parte de todos los grupos experimentales es que en ningún caso se ha logrado reproducir los resultados. <sup>65</sup> Por ejemplo, Iannuzzi está convencido, tras dedicar largo tiempo a esta empresa, que los datos reportados son inalcanzables con la tecnología que reporta el grupo en sus artículos, tras muchos intentos de reproducirlos en su propio laboratorio. Collins argumenta que (como en su ejemplo del láser) estos intentos fallidos de reproducción son parte crucial de las disputas. Este no es el punto. Lo importante es señalar que mientras un experimento no sea reproducible, su credibilidad es mínima. Así, nadie dudará en sostener que si un experimento simplemente no es reproducible, su legitimidad se pone en serias dudas. Igualmente, un experimento con alto grado de reproducibilidad es un experimento que gozará necesariamente de buena reputación, si bien no es la última palabra sobre el tema.

<sup>64</sup> Por supuesto, estudiar lo vacío sólo tiene sentido si se están haciendo estudios en fuerzas de Casimir. O metafísica, que quizá es lo mismo.

<sup>65</sup> Recordemos que para Radder reproducción no implica lo mismo que replicación. Ver Capítulo 2.

El grupo de Mostepanenko se ha negado constantemente a mostrar que de hecho sus resultados son reproducibles. Durante el QFEXT'05 le recalqué el hecho a Ricardo Decca, uno de los colaboradores experimentales más cercanos de Mostepanenko. Decca estaba consciente de que la comunidad estaba inquieta ante la constante negación del grupo de publicar los datos experimentales sin manipulación estadística; los datos originales. A pesar de la promesa de Decca al respecto, los datos nunca fueron enviados a nadie, lo que ha llevado a que hoy en día existan serias dudas sobre la veracidad de los reportes publicados.

La manipulación de datos experimentales en publicaciones arbitradas es un tema que en los últimos años ha cobrado suma importancia, con la aparición de escándalos de alcance internacional en los últimos años. Así mismo, lanzar una acusación de este tipo es algo muy serio, pero el descontento de la comunidad de Casimir con Mostepanenko ha llegado a tal grado que varios investigadores coincidieron en que de continuar éste en la misma dirección, existe la posibilidad de que se mande una queja a uno de las revistas especializadas que continúan aceptando sus trabajos. La negación de mostrar la reproducibilidad de los resultados ha llevado a Mostepanenko a perder credibilidad tanto dentro como fuera de la comunidad. Mientras que inicialmente sus trabajos eran aceptados por las revistas más renombradas (e.g. *Physical Review*) actualmente la mayor parte de sus artículos aparecen en revistas que aunque importantes, tienen mucho menor índice de impacto.

A lo largo de sus trabajos Collins hace énfasis en cómo el conocimiento tácito entra en juego para siempre impedir la replicación de un experimento en la práctica cuando se trata de grupos experimentales independientes. Al ser intrínsecamente intransferible, y jugar un papel primordial en el proceso experimental, Collins sostiene que la replicación es imposible a menos que haya transferencia de conocimiento tácito por ejemplo, invitando a un miembro del laboratorio ajeno a 'enculturarse' por medio de estancias, adiestramiento in situ, etc. Esto hace que finalmente, cuando el visitante regrese a su laboratorio, en verdad ya no sea un extraño, ya no sea independiente del otro laboratorio. En realidad, los laboratorios se convierten en aliados.

La extrapolación de estos resultados al caso Casimir es problemático porque, al contrario del caso del láser que discute Collins como principal ejemplo para el problema del conocimiento tácito, los grupos experimentales de Casimir comparten ya en principio la gran mayoría de las técnicas experimentales que todos ellos usan. En este caso ya no se trata entonces de dos grupos en competencia por hacer un nuevo artefacto funcionar.

Contrastemos esto con las ideas de Radder para el caso de Casimir. La mayoría de los grupos experimentales independientes son capaces de reproducir la realización material del experimento pues durante años previos a la controversia, cuando la comunidad era un grupo relativamente homogéneo, técnicas precisas eran compartidas por todos ellos. Inclusive la mayoría de los experimentos eran variaciones de los métodos creados por Lamoreaux ya que la tecnología necesaria para realizar los experimentos era muy limitada, y las posibles variaciones entre experimentos muy pocas. Así, la reproducción de la realización material era de hecho la carta de invitación para formar parte de la comunidad. Con el avance de la (nano) tecnología, se dieron las condiciones para iniciar la reproducción del experimento bajo una misma interpretación teórica (introducción de técnicas novedosas, materiales distintos, siempre bajo un mismo marco de interpretación). El propósito de anunciar resultados en publicaciones es precisamente comunicar el éxito (a veces el fracaso, como en el caso de Capaso) de este tipo de reproducciones. Congresos como QFEXT'05 a su vez permiten a los grupos una interacción más personal y la transferencia de estas técnicas. Pero igual de importante, permiten que aquellas dimensiones del experimento que no son transferibles sean cuestionadas y escrituradas. Por supuesto, un experimentador (como en el affair Mostepanenko) puede negarse a revelar los secretos que hacen posible la reproducción experimental, por muy diversas razones. Por ejemplo, un grupo de alto renombre puede confiar en su reputación para soportar sus reportes. Pero inclusive en estos casos, cuando el conocimiento sea difundido, uno esperaría que los resultados fueran replicables (reproducción de los resultados de un experimento, i.e. de los datos experimentales, por cualquier técnica). De no poder sostenerse en su reputación, como empieza a suceder en este caso, la replicación vendrá o la sustituirán las grandes críticas y las consecuencias que estas acarreen.

## Comentarios finales

La replicación está íntimamente ligada a las dimensiones pública y universal de las aspiraciones del conocimiento científico experimental. Cuando Galison divide las prácticas experimentales en las tradiciones de imagen y lógica (el efecto Casimir pertenece a esta segunda) está apuntando a las dos maneras que históricamente existen para presentar y comunicar entre pares resultados que se convierten en aceptables por la comunidad. Me parece que el caso presentado aquí muestra como las estrategias políticas y las maniobras 'sociales' pueden llevar a un científico a la cima, o su falta de habilidades

sociales hundirlo, pero también muestra que a la par de esto los 'resultados materiales' son igualmente importantes. El dominio de 'lo social' y el dominio de 'lo material' se retroalimentan: éxito en uno puede resonar en el otro. Pero éxito sólo en uno lleva al fracaso profesional si el otro está ausente. En la comunidad de Casimir, todos los entrevistados sostuvieron que al centrar su desarrollo profesional primordialmente en el terreno político el grupo de Mostepanenko ha incurrido en 'conductas éticamente cuestionables'.<sup>66</sup>

Cuando entrevisté a Davide Iannuzzi en su laboratorio, mencionó que su principal molestia radicaba en que los experimentos del grupo ruso evidencian una falta de seriedad de la cual los experimentadores mismos son conscientes, sacrificando seriedad por lograr publicaciones rápidas, y anunciando resultados inverosímiles para acaparar la atención. *"Yo podría hacer lo mismo, pero sé que esto no es correcto, y me han entrenado de otra forma para trabajar. Así mismo, sé que al no seguir este patrón y enfrentarme a esta gente pude haber arruinado mi carrera científica, pero eso no me impide por el momento decidir a hacer lo correcto."*<sup>67</sup> Ante la insistencia de los estudios sociales, frases como esta resuenan en discordia con la idea de científico que busca el prestigio a costa de cualquier otra cosa. Ejemplos como la retracción de K. Milton ante los fracasos de una teoría tremendamente importante que él mismo ayudó a formular muestran que el quehacer científico está lleno de decisiones individuales donde el prestigio, la búsqueda de poder y la ambición no son los únicos factores que entran en juego, y que el científico es en algún grado consciente de estas decisiones.

Mi propósito no es dar un juicio externo de si las acciones o resultados de Mostepanenko son correctos o no, pero sí de señalar que dentro de las reglas de juego de la comunidad, su grupo ha violado 'acuerdos' fundamentales. A pesar del poder del que Mostepanenko gozó, su determinación por hacer caso omiso de los reclamos de sus pares ha tenido consecuencias negativas.

La propuesta de Radder de la reproducción como fuente de estabilización del fenómeno experimental está entonces diametralmente encontrada con la idea de Collins de la negociación como principal estabilizador. A mi parecer, el caso de las fuerzas de Casimir muestra cómo la descripción del caso a partir de 'la negociación' como único elemento de análisis es insuficiente, y su uso engañoso, y por lo tanto debe apelarse a otros marcos conceptuales para una buena descripción del caso; específicamente, es necesaria la inclusión de un aparato teórico con tintes realistas para dar cuenta de los fenómenos.

Claro que al ser una controversia abierta, la palabra final no está todavía dicha.

---

<sup>66</sup> D. Iannuzzi, comunicación privada con el autor (2007).

<sup>67</sup> Entrevista a Iannuzzi en la Vrije Universiteit, Amsterdam, Mayo del 2007.

## Bibliografía

- ✧ Ashmore, Malcolm, *The Reflexive Thesis*, Chicago: University of Chicago Press (1989)
- ✧ Barnes, Barry (ed.), *Science in Context*, Milton Keynes, England: The Open University Press (1982)
- ✧ Berger, Peter & Luckmann, Thomas, *La Construcción Social de la Realidad*, Buenos Aires: Amorrortu (2005)
- ✧ Bloor, David & Barnes, Barry, *Knowledge and Social Imagery*, Chicago: University of Chicago Press (1991)
- ✧ Casimir, Hendrik, *Haphazard Reality: Half a Century of Science*, New York: Harper & Row (1983)
- ✧ Collins, Harry
- *The Golem: What You Should Know about Science*, Cambridge: Cambridge University Press (1998)
  - *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, London: SAGE publications (1985)
- ✧ Feyerabend, Paul,
- *Against Method*, Verso (1993)
  - *Conquest of Abundance: A Tale of Abstraction versus the Richness of Being*, Chicago: Chicago University Press (1999)
- ✧ Gale, George & Pinnick, Cassandra, "Stalking Theoretical Physicists: An Ethnography Flounders: A Response to Merz and Knorr Cetina", *Social Studies of Science*, 27 (1), 1997: 113-123
- ✧ Galison, Peter,
- *How Experiments End*, Chicago: University Of Chicago Press (1987)
  - *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, Chicago: University of Chicago Press (1997)
  - (ed.) *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power*, Stanford: Stanford University Press (1996)
- ✧ Hacking, Ian,
- *Historical Ontology*, Harvard, Harvard University Press (2002)
  - *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge, Cambridge University Press (1983)
  - *The Social Construction of What?*, Harvard, Harvard University Press (2000)
- ✧ Hirsh Jr., Eric Donald, "Objective Interpretation", en *The Norton Anthology of Theory and Criticism*, New York: W. W. Norton and Company (2001)

✧ Jammer, Max,

-*The conceptual development of quantum mechanics*, International series in pure and applied physics, McGraw-Hill (1966)

-*The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective*, John Wiley & Sons Inc (1974)

✧ Knorr-Cetina, Karin & Merz, Martina, "Deconstruction in a 'Thinking' Science: Theoretical Physicists at Work", *Social Studies of Science*, 27 (1), 1997: 73-111

✧ Kuhn, Thomas,

-*Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity*, Chicago: University Of Chicago Press (1987)

-*The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago: University Of Chicago Press (1979)

-*The Road since Structure: Philosophical Essays*, Chicago: University Of Chicago Press (2002)

-*The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University Of Chicago Press (1996)

✧ Laudan, Larry, *Science and Relativism: Some Key Controversies in the Philosophy of Science*, Chicago: University of Chicago Press (1990)

✧ Latour, Bruno,

-*Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Harvard: Harvard University Press (1988)

-*Laboratory Life*, Princeton: Princeton University Press (1986)

✧ Merton, Robert K.,

-*On Social Structure and Science*, Chicago: University of Chicago Press (1996)

-*The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago: University of Chicago Press (1979)

-& H. Zuckerman, "Patterns of evaluation in science - Institutionalization, structure and functions of the Referee System", *Social and Behavioral Sciences*, 32, 1986: 20

✧ Milonni, Peter, *The Quantum Vacuum: An Introduction to Quantum Electrodynamics*, New York: Academic Press (1993)

✧ Milton, Kimball, *The Casimir Effect*, World Scientific Publishing Company (2001)

✧ Olivé, León,

-*El Bien, el Mal y la Razón*, México: Paidós (2001)

-(ed.), *La Explicación Social del Conocimiento*, México: Universidad Nacional Autónoma de México (1985)

✧ Radder, Hans,

-*In and About the World*, New York: State University of New York Press (1996)

-*The Material Realization of Science: a Philosophical View on the Experimental Natural Sciences, Developed in Discussion with Habermas*, Assen: Van Gorcum (1988)

-*The Philosophy Of Scientific Experimentation*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press (2003)

∞ Este trabajo fue escrito con código cien por ciento reciclado que contiene cantidades mínimas de plomo y azufre. Se utilizó plain TeX con el paquete de macros adicionales E-plain. La fuente usada en el texto es Adobe Garamond Pro, en su versión Open Type, convertida a métricas de TeX usando el programa otf2tfm. La fuente de las ecuaciones es la Computer Modern, original de Donald Knuth. Ningún fotón virtual fue lastimado o perjudicado durante la escritura de este texto, según los estándares de la Asociación Interamericana para la Protección de Partículas Epistemológicamente Dudosas. ∞