

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE FILOSOFÍA
Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia



INTERVENCIÓN Y EFECTOS EN IAN HACKING

**MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTOR POR**

Mercedes Iglesias de Castro

Bajo la dirección del Doctor:

Javier Echeverría Ezponda

Madrid, 2003

ISBN: 978-84-669-2448-1

ÍNDICE

	Pág.
Introducción	1
Capítulo I: Contexto histórico-filosófico	9
1. La transformación de la filosofía americana.....	10
2. La transformación de la filosofía de la ciencia a partir de Kuhn.....	14
2.1. Las tesis kuhnianas.....	14
2.2. La imagen ‘clásica’ de la ciencia transformada.....	19
2.3. La nueva filosofía de la ciencia.....	22
2.4. Distanciándonos de Kuhn.....	26
3. Un modo de ver la perspectiva actual del debate filosófico.....	30
3.1. Nominalistas y metafísicos.....	31
3.2. ‘Las guerras de la ciencia’.....	33
3.2.1. La Sociología del Conocimiento Científico.....	34
3.2.1.1. El Programa Fuerte.....	35
3.2.1.2. El Programa Empírico del Relativismo.....	38
3.2.1.3. Etnometodología de la ciencia y el Programa Constructivista.....	39
3.2.2. El debate Realismo – Relativismo.....	42
Capítulo II: Filosofía de la ciencia en Ian Hacking	49
1. Estudios sobre Estadística y Probabilidad.....	51
2. Historia, conocimiento y lenguaje.....	52
3. Intervención en la ciencia experimental.....	57
3.1. Teoría y experimento.....	61
3.2 Observación e Instrumentos.....	64

3.3 Creación de fenómenos.....	68
4. ‘Inventar / Construir gente’ y su relación con el construccionismo social.....	70
Capítulo III: Una historia de la vida experimental: De la cámara de niebla a la cámara de burbujas	80
1. La cámara de niebla.....	85
1.1 La cámara de niebla en el contexto de la época victoriana	85
1.2 La cámara de niebla: diálogo entre dos tradiciones.....	87
1.3 El comienzo.....	88
1.4 La historia experimental.....	91
1.5 La cámara de niebla o la primera etapa de la experimentación.....	95
2. Emulsiones nucleares y la guerra.....	97
2.1. La continuidad de la práctica en la tradición de la imagen.....	97
2.2. La división del trabajo experimental.....	99
2.3. La angustia del experimentador.....	101
2.4. La guerra.....	105
2.5. La segunda etapa de la experimentación.....	106
3. La cámara de burbujas.....	108
3.1. La cámara de burbujas con D. Glaser.....	108
3.2. La cámara de burbujas de L. Álvarez.....	111
3.3. Procesamiento y análisis de datos.....	115
3.4 La tercera etapa de la experimentación.....	118
Capítulo IV: Intervención.....	121
1. La vida experimental.....	122
1.1 Algunas consideraciones sobre la actividad científica.....	124
2. Las ciencias de laboratorio.....	128
2.1 La Revolución Científica.....	128
2.2 Los laboratorios.....	130
3. Intervención en el laboratorio: experimentación.....	132

3.1. Aparatos.....	134
4. Las acciones de las ciencias del laboratorio.....	139
5. La Taxonomía.....	144
6. La autojustificación de las ciencias del laboratorio.....	149
7. El problema de la contingencia.....	153
Capítulo V: Efectos	158
1. La controvertida terminología.....	160
2. Efectos: entre la intervención y la naturaleza.....	163
2.1 Efectos o creación de fenómenos de la naturaleza.....	163
3. Efectos de la intervención en la naturaleza humana.....	171
3.1. Antecedentes y experimentación.....	172
3.2. Consecuencias y aplicaciones.....	176
4. Efectos prácticos.....	180
5. La actividad experimental y la conformación de una ontología.....	182
5.1 El carácter artificial.....	183
5.2 La realidad de los efectos científicos.....	189
5.3 Rehaciendo la noción de naturaleza.....	194
6. Efectos de la práctica en las representaciones.....	200
Capítulo VI: Nominalismo, Actividad Experimental y Realismo	202
1. Actividad Experimental y Realismo.....	206
2. Nominalismo.....	216
2.1. Una crítica a la tradición de las clases naturales.....	218
2.2. Teorías, leyes fenomenológicas y modelos.....	221
3. Hacia una imagen diversa y no esencialista de la ciencia.....	227
3.1. El problema.....	227
3.2. Una visión de conjunto.....	230
3.3. Estilos de Razonamiento Científico: una propuesta inconclusa.....	236

Capítulo VII: Conclusiones y algunos problemas que se le abren a la Filosofía de la Ciencia	250
1. Una visión de la ciencia.....	251
2. Problemas que se le abren a la Filosofía de la Ciencia.....	259
2.1 Plasticidad y restricción.....	262
2.2 Relación de la Filosofía de la Ciencia con la historia y otros saberes.....	266
2.3 Acción y Responsabilidad.....	268
2.4 Una propuesta de intervención.....	277
2.4.1 Matrices de evaluación.....	280
Bibliografía	284

INTRODUCCIÓN

I. Hacking ha comentado que el único artículo que no le publicaron en toda su vida fue uno que escribió junto con C. Everitt sobre las diferentes formas en que se relacionan el experimento y la teoría en la ciencia. De manera que encontró en la publicación del libro *Representar e Intervenir* (1983) la vía para presentar sus ideas en torno a la práctica experimental, tema que ha sustentado su obra desde sus orígenes. Ha asentado su estudio en dos áreas básicas y diferenciadas de reflexión, muchas veces confundidas a lo largo de la literatura filosófica. Una dimensión de las consideraciones responde a las diferentes formas de relacionarse que tienen el experimento y la teoría, reconociéndoles a ambos una pluralidad de niveles y estratos, con lo que intenta fracturar la imagen de que conforman un bloque monolítico. La otra área, que surge como consecuencia de la anterior, constituye una crítica a la filosofía clásica de la ciencia, y en particular a la filosofía planteada por T. Kuhn y por muchos de los post-kuhnianos. Tanto positivistas como anti-positivistas siguieron centrándose en los aspectos teóricos de la ciencia, lo que evidencia que la filosofía no ha dejado de ser una reflexión sobre estos aspectos. Como Hacking mismo hace notar, a pesar de que hemos referido siempre a la ciencia experimental como el camino hacia el conocimiento, esta ha sido totalmente dejada de lado por la reflexión filosófica.

El pensamiento de Hacking, además de enmarcarse en los diversos problemas filosóficos planteados por Kuhn, corresponde a una tradición que se ha denominado el nuevo pragmatismo americano, también conocida como la americanización de la filosofía post-analítica. Acepta de Kuhn el reto de asumir el carácter histórico y cambiante de la ciencia, así como también el considerar lo que *de hecho* sucede en su práctica efectiva. No obstante, Hacking aspira a que las tesis de Kuhn no impidan que podamos continuar con los temas clásicos de la filosofía de la ciencia, es decir, a que siga teniendo sentido pensar en lo que es el conocimiento, en cómo nuestro pensamiento se relaciona con el mundo, en encontrar maneras de entender aquello que llamamos mundo o naturaleza.

Cree que esto es posible. Para ello, decide abandonar el tratamiento teórico que ha utilizado la filosofía de la ciencia, asumiendo la práctica histórica como eje central de reflexión. Para lograrlo se nutre de una tradición muy distinta de la cual ha partido, y recurre al pensamiento de M. Foucault. El pensamiento de Foucault es parte de una corriente que ha reflexionado sobre la relación de las prácticas y los discursos en una perspectiva histórica y materialista de los actos humanos y del mundo, que, además, ha hecho señalamientos importantes acerca de la relación entre conocimiento y poder. Como se verá a lo largo de este trabajo, Hacking toma esta perspectiva filosófica como un instrumento; en sus palabras, ‘usa a Foucault’ para luego poder regresar a su propia tradición.

De esta manera, Hacking se plantea otorgar a la filosofía analítica —a la que acusa de idealista por haber puesto un énfasis excesivo en el pensamiento— el carácter histórico del cual ha carecido siempre. Pretende superar esta carencia considerando las prácticas materiales y concretas como el espacio fundamental a partir del cual se produce toda creación humana, no sólo de un universo de objetos del mundo, sino también de un universo conceptual.

Por otra parte, las prácticas ofrecen la estabilidad a la ciencia que Kuhn le había sustraído. Al sostener el carácter transitorio de la estabilidad, amenazada con el advenimiento de revoluciones a todos los niveles, Kuhn deja abierto el problema de cómo podemos explicarnos que la ciencia tenga un curso más o menos continuo. En definitiva, Hacking desea construir una metafísica descriptiva, una filosofía que permita dar cuenta de cómo se gesta actualmente la relación del pensamiento con el mundo, sin que esto implique una concepción esencialista. Al ubicarse en un terreno tan complejo, Hacking genera inevitables reacciones en la comunidad filosófica, es acusado muchas veces de ambigüedad o, parafraseando a Rorty, se le reprocha de no querer pertenecer a los ‘*bad guys*’.

Sin embargo, es precisamente esa ambigüedad que se le recrimina la que denota el reto que se ha propuesto. Hacking inaugura un nuevo modo de pensar filosóficamente; intenta abordar los mismos problemas, pero desde un enfoque distinto. Los estudios de la práctica tienen ya más de veinte años, y todo indica que este camino ha encontrado muchas vías de continuación para desentrañar las cuestiones inconclusas.

Este trabajo se ha desarrollado tratando de que el tema *Intervención y efectos* sea una base para estudiar los problemas fundamentales planteados por Hacking. En el capítulo I intento ubicar la obra de Hacking en el marco de un contexto histórico-filosófico, así como también las corrientes y los autores significativos en el comienzo de los estudios de la práctica científica. En función de ello y atendiendo la propuesta de R. Rorty acerca de que los dos temas filosóficos fundamentales en la actual filosofía americana son la oposición entre nominalistas y metafísicos y las llamadas ‘guerras de la ciencia’, me ha parecido conveniente insertar su pensamiento en este escenario, dada la continua tensión que prevalece en sus posiciones, que no le permiten adscribirse radicalmente a una doctrina determinada: defiende una posición nominalista, pero es realista y anti-idealista; admite tesis construccionistas, pero en ningún momento acepta sus conclusiones en cuanto a cómo funciona la ciencia.

El capítulo II está dedicado a la práctica y la historia, dos temas esenciales de su pensamiento. He procurado indagar en esa ‘red de conexiones’ en la que se despliegan sus consideraciones sobre la probabilidad y la inducción (tesis en las cuales sigue trabajando todavía), las enfermedades mentales, la construcción de personas y la ciencia experimental. El eje que agrupa a esta diversidad de intereses de Hacking es el que atañe al carácter histórico de las prácticas. A través de él, trato de establecer su posición frente a asuntos como el conocimiento, la historia, el lenguaje, el imperio de la teoría, etc. Obviamente, el hincapié está dado a aquellos aspectos concernientes a esta disertación. En primer plano, destaco su crítica al tratamiento que se le ha conferido al concepto de ‘observación’ a lo largo de la filosofía de la ciencia, y su modo de presentar el concepto de ‘intervención con aparatos’ como un elemento necesario para iniciar una reflexión

diferente en la práctica experimental. En este orden, señalo las causas por las cuales acude a la creación de fenómenos para referirse a los efectos científicos.

El capítulo III, denominado *Una historia de la vida experimental: De la cámara de niebla a la cámara de burbujas*, se debe a que he necesitado de una historia concreta que dé idea del funcionamiento de la vida experimental, pero sobre todo, para mostrar cómo efectivamente las tesis de Hacking se cumplen. He tenido la suerte de encontrar un pensador como P. Galison, que, aparte de ser un gran historiador de la ciencia, comparte muchas, aunque no todas, las tesis de Hacking; entre ellas, que no sólo la actividad experimental tiene una vida propia sino que también la tiene la instrumental. Galison nos ilustra cómo se puede narrar la historia de la ciencia desde la práctica experimental y, concretamente, cómo a partir de los instrumentos podemos ir elaborando las formas en que las diferentes subculturas de la física pueden entenderse entre sí. A través de tres instrumentos (la cámara de niebla, las emulsiones nucleares y la cámara de burbujas), podemos percibir cómo se modifica la noción de experimento, la vida de un experimentador y nuestras nociones de evidencia empírica o argumento experimental.

El capítulo IV analiza el concepto de *Intervención*, uno de los temas básicos de este trabajo. Para Hacking, la actividad experimental literalmente tiene vida, la cual se manifiesta en un espacio creativo y dinámico en el que surgen muchas posibilidades; pero también es una actividad que requiere de un arduo trabajo. Contextualiza el espacio de la experimentación y trata de caracterizar la práctica científica a través de la acción, en el universo de la vida que acontece en un laboratorio. Una de las actividades es la creación de fenómenos o la producción de efectos científicos. Llama, así, la atención sobre una dimensión soslayada hasta ahora por la filosofía: la producción de los efectos científicos por medio de ‘aparatos en aislamiento para interferir en la naturaleza’; la obtención de estos efectos sólo es posible mediante la intervención humana con instrumentos. De aquí surge una reflexión importante sobre estos, temática que tampoco había sido contemplada por la filosofía. La otra consideración que emana es que conocemos únicamente aquellos aspectos de la naturaleza sobre los cuales hemos

intervenido. Acceder a estos problemas remite, además, a concebir los fenómenos como producto de determinados instrumentos y técnicas que producen una variopinta gama de ellos. Así, una vez obtenido un efecto nuevo, le sigue la difícil tarea de estabilizarlo y, entre otras muchas actividades, la medición contribuye a lograrlo.

Dada la existencia de muchos tipos de experimentos y muy diferentes formas en que se relacionan con la teoría, en el tema de la experimentación está implicada la idea de que se debe abandonar definitivamente la generalización y empezar a admitir una diversidad de relaciones, lo cual lleva a Hacking a asumir el carácter local del experimento. Las repercusiones de esta asunción demandan rechazar que las teorías están por un lado y que el experimento es una simple instancia para confirmarlas o refutarlas. La ciencia no funciona así; más bien exige atender particularidades y momentos específicos, y de esta manera podrán salir a la luz una diversidad de niveles de teorías y caracterizaciones de lo que es la experimentación.

Por otra parte, la vida experimental es rica en ideas, especulaciones, modelos de aparatos, modelos de la teorías, materiales, aparatos y objetos, es decir, cuenta con una serie de elementos, procesos y productos. La pregunta que resalta entonces es ¿cómo todas las actividades de la vida experimental interaccionan entre sí hasta llegar a un resultado más o menos estable?. Hacking responde a este problema con el concepto de auto-justificación, una vía de llegar a un acuerdo final que ofrece una estabilidad a partir de la diversidad.

De la práctica interventora se derivan múltiples *Efectos*, a los cuales se dedica el capítulo V. Uno de los resultados fundamentales de la actividad científica es, como ya se ha dicho, la creación de fenómenos o efectos científicos. Si bien el sintagma ‘creación de fenómenos’ es utilizado en cierta forma para impactar, no es menos cierto que es adecuado para designar que los fenómenos no surgen de la nada. Ellos son producto de una práctica interventora. Con esta terminología, Hacking toma distancia de la noción de que el científico ‘observa’ la naturaleza, la cual le confiere a la ciencia una imagen

pasiva, carente de actividad. El efecto es en sí mismo la intersección de la intervención humana con el mundo natural. Tiene un carácter artificial, pues no existiría sin esta intervención, pero es absolutamente real.

Las tesis de Hacking acerca de los efectos científicos no sólo refieren al mundo natural; también se circunscriben a la naturaleza humana. Por otra parte, (aunque Hacking no se adentra con especial atención en este aspecto) en el laboratorio se crean objetos totalmente artificiales a partir de la nada, objetos y entidades que resuelven problemas y que van modificando todos los ámbitos humanos. Cabe también destacar que es desde las prácticas donde se crean nuevos espacios de posibilidades para pensar; es decir, se producen efectos en el mundo de las representaciones. Ellas son entonces quienes modifican nuestro entorno material y nuestro entorno conceptual. Al final de este capítulo se realiza un breve análisis en lo que refiere a nuestra concepción de naturaleza o mundo. Ya no acudiremos a la noción de una naturaleza esencial y totalizada; se comienza a asumir la idea de que la conocemos sólo en fragmentos. Esta visión permitirá que dejemos de verla como algo extraño y ajeno a nosotros, para empezar a asumir responsabilidades con respecto a ella.

El capítulo VI, *Nominalismo, Actividad experimental y Realismo*, se propone ofrecer una visión de conjunto del pensamiento de Hacking. Este capítulo explora la manera bastante detallada en que Hacking estudia cómo la actividad experimental produce los efectos, en una conformación integrada de prácticas. En este recorrido se analizan sus argumentos a favor de una propuesta más moderada y menos radical en relación con los planteamientos de los realistas científicos. En tal sentido, pretendo hacer notar cómo la práctica interventora constituye una crítica importante a los realismos metafísicos, sin que esto suponga el abandono de criterios realistas en lo referente a los objetos del mundo. Además, la visión de las prácticas deja en entredicho la concepción del realismo científico de considerar el mundo del pensamiento en correspondencia con la realidad.

Hacking se denomina nominalista, en un esfuerzo por alejarse de esa tendencia realista; concibe que vamos modificando nuestras teorías, nuestras clasificaciones y todo el mundo de las representaciones en la medida que nuestras prácticas y nuestra interacción con el mundo así lo requieran. Quedan fuera las implicaciones de una filosofía idealista o una ‘filosofía de la conversación’, porque, aunque cambiante, ese mundo tiene un fundamento práctico, material y concreto, que permite hablar de un mínimo de subjetivismo y de ningún tipo de arbitrariedad con respecto a él. Hacking insiste en la idea de que las teorías no son construcciones idealizadas; de que hay muchos modos de ver los fenómenos y diferentes técnicas para producirlos, lo cual supone que sus manifestaciones sean múltiples. Por lo tanto, en este capítulo se hace referencia a su posición ante la diversidad de la ciencia y la imposibilidad de lograr una unidad; y concluye con sus estilos de razonamiento científico, una propuesta filosófica que la caracterizo como inconclusa, en la que busca ofrecer una visión que contempla conjuntamente las prácticas, el mundo y una racionalidad propia de cada estilo de práctica científica.

En el último capítulo se intenta presentar la nueva visión de la ciencia que surge a partir de estas reflexiones. Complemento las tesis de Hacking con la propuesta de Galison acerca de que debemos concebir la ciencia como cultura, ubicándola en contextos. Al asumir la práctica como cultura, Galison logra relacionar las dimensiones epistémicas, ontológicas y sociológicas que en Hacking se encuentran frecuentemente dispersas. Esta nueva visión tiene el mérito de que ensancha nuestra perspectiva del quehacer científico, y permite comprender la ciencia en una diversidad de contextos relacionados en diferentes formas y en un complejo entramado que define la dinámica de la investigación. Esta concepción descarta una imagen de la ciencia en la que los científicos son seres aislados, inmunes a lo que acontece en la cultura en la cual están inmersos; pero, por otro lado, propicia el abandono de la visión de que la ciencia es producto de fuerzas sociales, supuesto que deja de lado la riqueza de la investigación científica.

Esta concepción de la ciencia abre nuevos caminos a los problemas de la filosofía de la ciencia. He señalado tres: el debate entre plasticidad y restricción en el ámbito de la práctica, la relación entre los diferentes saberes con la filosofía y la relación entre acción y responsabilidad. En cuanto al primer problema, se trata de reflexionar en torno a cuánta plasticidad y libertad de acción existe en la práctica científica en el momento de lograr un acuerdo; o, por el contrario, cuántas restricciones existen en este hacer. Es una polémica sostenida por A. Pickering y P. Galison y da lugar a un replanteamiento de las preguntas. El segundo problema supone más que nada una pregunta. Por lo tanto, se trata de establecer si la ciencia, la historia y la filosofía pueden permanecer separadas o si son ámbitos que dejan de tener una distinción. En todo caso, el hecho de que se introduzcan los contextos culturales fomentará la incorporación de otro tipo de saberes a la hora de analizar las actividades científicas. En el último problema se focaliza la responsabilidad que implica entender que no hay nada que nos es ajeno, ni la naturaleza, ni la ciencia y sus proyectos, ni el ámbito social. Lo que nos lleva a plantearnos la necesidad de crear espacios de discusión y de intervención en las acciones científico-tecnológicas.

El tema fundamental de este trabajo es el análisis del modo particular en que I. Hacking aborda la práctica científica y las consecuencias que esta reflexión supone para la filosofía de la ciencia. En este capítulo presento —de una manera muy breve— el contexto histórico-filosófico en el cual se ubica la propuesta del autor. Para ello he intentado, por un lado, señalar aquellos autores o corrientes ante los cuales Hacking se pronuncia de manera deliberada; por otro, he tratado de identificar los puntos clave, los procesos de pensamiento, fuentes de los actuales análisis de la práctica científica.

1. LA TRANSFORMACIÓN DE LA FILOSOFÍA AMERICANA

Cornell West¹ sostiene que las características principales de lo que se conoce como Filosofía Analítica o Positivismo Lógico tienen como base la distinción entre lo analítico y lo sintético, lo lingüístico y lo empírico, la teoría y la observación. Finalizando la década de los cincuenta, la filosofía analítica americana se había transformado con la influencia de Carnap, Reichenbach, Feigl y Hempel en una profesión especializada y con problemas formales muy precisos. Esta especialización generó un particular modo de hacer filosofía, una filosofía inserta en un espacio cerrado, donde sólo podían intervenir aquellos que estuvieran versados en cuestiones lógicas y semánticas, como lo explica J. Rajchman.²

En menos de una generación —siguiendo el planteamiento de Rajchman—, W. James y Ch. Pierce introdujeron una filosofía propiamente americana: el Pragmatismo. Ahora bien, las figuras más importantes que cuestionaron las directrices de la Filosofía Analítica y que dieron pie a lo que luego sería el nuevo pragmatismo americano, fueron W. V. Quine, N. Goodman y W. Sellars. Todos estos autores comparten algo que puede

¹ Cornell, W., 'La politique du néo-pragmatisme américain' en Rajchman, J. y Cornell, W. (ed.), *La Pensée Américaine Contemporaine*, P.U.F., París, 1991

² Rajchman, J., 'La philosophie en Amérique' *op. cit.*, págs. 31-57

traducirse en lo que Peirce consideraba ‘la primera regla de la razón’: no bloquear el camino de la investigación. Por tanto, estos autores constituyen la americanización de la filosofía post-analítica y presentan, a pesar de sus discrepancias, una afinidad con el pragmatismo americano tradicional.

Este pensamiento filosófico ha tomado diversas direcciones. Sin embargo, según lo percibe H. Putnam, la presunción básica del Pragmatismo Americano consiste en que se pueda ser *a la vez* falibilista y anti-escéptico.³ Desde esta perspectiva, los pragmatistas no se insertan en discusiones acerca de la posibilidad del conocimiento: lo dan por sentado. Tanto W. James como J. Dewey estaban convencidos de que se había aprendido mucho en cuanto a lo que suponía la investigación y el conocimiento en general.

La investigación es concebida como una interacción cooperativa humana con el entorno y, en consecuencia, la intervención activa, la manipulación del medio y la cooperación con otros seres humanos constituyen una actividad vital del hombre. Todos los pragmatistas han enfatizado que nuestros problemas con el mundo se resuelven mediante la acción y no mediante la metafísica. Y, agrega Putnam, tampoco se resuelven proponiendo una anti-metafísica postmoderna, al estilo Rorty.⁴

Los pragmatistas asumen sin problemas la falibilidad de nuestros conocimientos, puesto que no hay garantías metafísicas de que aún las más fuertes de nuestras creencias no necesiten ser revisadas. Esto lleva, ciertamente, a una noción de verdad en tanto conveniencia, pero entendida dentro de un ámbito de acción cooperativa humana, lo cual supone una acción que es realizada siempre en una comunidad de investigadores, como ha subrayado Peirce o como ha insistido Dewey. En síntesis, un tipo de investigación que propone metas prácticas, pero siempre tomando en cuenta su democratización.

³ Putnam, H., *Pragmatism*, Blackwell Publishers Inc., Malden, Massachusetts, 1995, pág. 21

⁴ *Ibíd.*, pág. 74

Por otra parte, en los escritos de James encontramos básicamente dos nociones fundamentales. Una de ellas es una cierta interdependencia holística; la otra, una especie de ‘realismo directo’. La interdependencia ha supuesto un rechazo a toda dicotomía o dualismos establecidos por la filosofía analítica: la diferenciación entre teoría y hecho, hechos y valores, o entre hechos, valores y teoría. Ante este rechazo, se ha erigido lo que Putnam denomina una relación de ‘interpenetración’ que caracteriza el modo como se ha constituido internamente el pragmatismo americano. En cuanto a la otra noción, el llamado ‘realismo directo’, consiste en afirmar que la percepción es normalmente de objetos y eventos que se encuentran ‘ahí fuera’, sin nada que ver con lo que se conoce como datos de los sentidos (*sense data*) privados.⁵

Hacking es heredero de estas nociones básicas señaladas por Putnam. Sin embargo, advierte⁶ que si bien los pragmatistas tienen bases comunes, hay puntos en los que se distancian, por el hecho de acentuar diferentes objetivos dentro de su pensamiento.⁷ Mientras que Peirce hace hincapié en el método racional y en la comunidad de investigadores que gradualmente llega a estabilizar una forma de creencia, James y Dewey muestran una indiferencia hacia este enfoque de la investigación. A estos dos pragmatistas no les interesaban las creencias cognoscitivas que establecemos a la larga.

En la opinión de Hacking, las posiciones centrales de este mismo debate están representadas actualmente por R. Rorty y H. Putnam. De este modo, Peirce y Putnam esperan con optimismo algo en lo que tarde o temprano convergerán la información y el razonamiento, y que será más o menos real y verdadero. Para James, Dewey y Rorty lo que cuenta es vivir y hablar.⁸ Así, desde este lado del pragmatismo, no hay una realidad

⁵ Putnam, H., *op. cit.*, pág. 57

⁶ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, Paidós, México, 1996

⁷ A. Pickering concede razón a Hacking en cuanto a esta división del pragmatismo en *The Mangle of Practice*, University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1995

⁸ Si bien es cierto que Putnam admite su pragmatismo y critica severamente la noción de R. Rorty, no está de acuerdo con la interpretación de Hacking de que Rorty se encuentra al lado de James y Dewey; más bien se inclina por creer que Rorty no ha interpretado adecuadamente la propuesta de James. Este argumento es expuesto en *Pragmatism*, *op. cit.*, pág. 32

externa a la cual apelar, y los cánones externos y los de la racionalidad en desarrollo son inexistentes.⁹ En este sentido, Hacking se aparta totalmente de esta modalidad del pragmatismo por cuanto no admite bajo ninguna circunstancia una ‘filosofía de la conversación’.

Muchos son los autores que intentan dar una visión de lo que ha sucedido en la filosofía americana. Todos concuerdan en que existe una relación importante entre Filosofía Analítica y Pragmatismo, aunque sean muy diferentes las formas en que estas dos corrientes puedan confluir. Rorty¹⁰ también aporta su análisis de lo que ha sucedido en la filosofía americana del siglo XX. Según lo ve, la tradición analítica ha ido desde Frege a Russell, y ubica como sus actuales representantes a Quine, Davidson, Dummett y Putnam. Pero señala que no debemos olvidar que en esta tradición encontramos dos fases: una científica y otra anti-científica. La primera se establece en el periodo de 1900 a 1960, en la que los admiradores de Frege admitirían con Quine que la filosofía de la ciencia es ‘suficiente filosofía’.

Pero, desde las *Investigaciones* de L. Wittgenstein y la *Estructura de las Revoluciones Científicas* de T. Kuhn, los que continúan dentro de la filosofía analítica pueden aceptar junto con Putnam ‘que parte del problema actual en filosofía es el cientificismo heredado del siglo XIX’. Putnam nos urge, de este modo, a que dejemos atrás la idea de que las ciencias naturales tienen un método distintivo que expresa un mejor paradigma de racionalidad que la jurisprudencia o la historiografía.

Rorty afirma que, en esta fase anti-científica, ha habido específicamente dos corrientes filosóficas que se han destacado. Por un lado, una corriente anglófana *post-wittgensteiniana* que se ubica dentro de la filosofía del lenguaje, representada por autores como Putnam, Davidson y Brandom. La otra corriente, también anglófana, y *post-kuhniana*, se enmarca en la filosofía de la ciencia; y B. Latour, I. Hacking y A. Fine son

⁹ Hacking, I., *op. cit.*, págs. 81-85

¹⁰ Rorty, R., ‘Being that can be understood is language’ en *London Review of Books*, 16-03-00

sus autores más significativos. Ambas corrientes son las que han permitido a la actual filosofía americana difuminar los límites entre las ciencias y humanidades. Además, han intentado que la conocida distinción planteada por C. Snow¹¹ deje de ser la pertinente, convirtiéndola como algo que pertenece a una discusión propia del siglo XIX.¹²

2. LA TRANSFORMACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA A PARTIR DE KUHN

2.1. LAS TESIS KUHNIANAS

«La tesis de que en el desarrollo científico ocurren cambios profundos, cambios que revolucionan tanto la perspectiva teórica como las prácticas de una comunidad, cuyo defensor más destacado es Thomas Kuhn, es una tesis que surge de la investigación histórica».¹³ Esta consideración de A. R. Pérez Ransanz es fundamental para afirmar que la denominada filosofía clásica de la ciencia, representada por el empirismo lógico y el racionalismo crítico, resulta severamente cuestionada en los años sesenta por una serie de concepciones que responden al interés de explicar cómo la ciencia cambia y se desarrolla. Estas concepciones surgen, por tanto, de una reflexión filosófica muy ligada a los análisis históricos de la práctica científica.¹⁴

De la misma manera, Hacking enfatiza al respecto: «Durante mucho tiempo los filósofos hicieron de la ciencia una momia. Cuando finalmente desarrollaron el cadáver y vieron los restos de un proceso histórico de devenir y descubrimiento, crearon para sí la crisis de la racionalidad. Esto sucedió alrededor de 1960.»¹⁵

¹¹ Snow, C. P., *The two cultures and the scientific revolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1959

¹² Rorty, R., *op. cit.*, pág. 23

¹³ Pérez Ransanz, A. R., *Kuhn y el cambio científico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1999, pág. 23

¹⁴ *Ibid.*, pág. 16

¹⁵ Hacking, I., *op. cit.*, pág. 19

Aunque los autores que anticiparon tesis históricas dentro de filosofía de la ciencia fueron varios (P. Duhem, A. Koyré, L. Fleck, M. Polanyi, W. V. Quine y N. R. Hanson, para mencionar algunos), hay muchos otros que concuerdan en que Kuhn logra sistematizar de algún modo los puntos de divergencia en la denominada concepción clásica de la filosofía de la ciencia, con lo que crea una nueva imagen de la ciencia.

Para analizar el significado de este hecho en el marco de este contexto histórico-filosófico, me interesa exponer de forma concisa las tesis más importantes de Kuhn. Seguiré básicamente el esquema planteado por Pérez Ransanz, quien a mi modo de ver realiza una propuesta adecuada.¹⁶ Expone que si bien es cierto que en la *Estructura de las Revoluciones Científicas* se configura la primera versión global de una concepción alternativa de la ciencia, se trata de una obra embrionaria que deja sobre la mesa de discusión una buena cantidad de problemas no resueltos. No obstante, lo importante es que todos esos problemas se abordan ahora insertos en una nueva red de conexiones y desde otra perspectiva. Los planteamientos de Kuhn en torno a las revoluciones científicas constituyen, a su vez, una revolución metacientífica, es decir, una revolución que atañe también al modo en que se realiza el análisis de la ciencia. Indudablemente, la comunidad que quedó más afectada por este estremecimiento del orden instituido fue la de los filósofos de la ciencia.

Kuhn intenta describir una ‘estructura esencial de la continua evolución de una ciencia’. La noción de estructura es sustentada por la articulación de una serie de etapas o fases por las que atraviesa toda disciplina científica.¹⁷

En el inicio de una ciencia se conforma una etapa pre-paradigmática, donde coexisten diversas escuelas que están de acuerdo entre sí, pero precariamente; no logran producir un cuerpo acumulativo de resultados. Esta etapa culmina cuando el campo de

¹⁶ Pérez Ransanz, A. R., *op. cit.*, pág. 23

¹⁷ Esta posición de la noción de estructura como un concepto ordenador que permite entender el cambio dentro de la ciencia, es analizado por Hoyningen-Huene, P., *Reconstructing Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1993

investigación logra unificarse en una serie de supuestos básicos, que Kuhn llama paradigma. Dentro de la constitución de una disciplina científica, el paso de una etapa pre-paradigmática a una paradigmática sólo sucede una vez en su historia. La palabra paradigma va a tener dos sentidos fundamentales: paradigma como logro o realización concreta y paradigma como conjunto de compromisos compartidos.¹⁸

El primer sentido se refiere a un éxito particular y concreto en la resolución de algún tipo de problema. Este éxito sirve de modelo o de guía para la comunidad pertinente y también para la generación siguiente de investigadores, en cuanto a que tratarán de resolver del mismo modo los problemas. El segundo sentido alude al marco de presupuestos o compromisos básicos que comparte la comunidad encargada de desarrollar una disciplina científica. Este marco incluye el compromiso con leyes teóricas, con postulación de entidades, con procedimientos y técnicas experimentales, y también con criterios de evaluación. Entre los dos sentidos se establece una relación de paradigma, la cual define Pérez Ransanz: «paradigma como conjunto de compromisos compartidos (segundo sentido) es aquello que presuponen quienes modelan su trabajo sobre ciertos casos paradigmáticos (primer sentido).»¹⁹ En realidad, el paradigma como conjunto de valores o como compromisos compartidos está tan íntimamente ligado al paradigma como logro, que parece natural usar la misma palabra para ambos.

El consenso en torno a un paradigma (segundo sentido) marca el inicio de una etapa de ‘ciencia normal’. La ciencia normal consiste, básicamente, en una actividad de ‘resolución de rompecabezas’. A través de esta actividad, el enfoque teórico del paradigma aceptado se va haciendo cada vez más preciso y mejor articulado. Esta etapa es conservadora, pues el objetivo no es la búsqueda de novedades ni en los hechos ni en la teoría.²⁰ Como considera Hacking, se caracteriza ‘por hacer más de lo mismo’ y

¹⁸ Hacking (*Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 29) también opina que las nociones centrales de paradigma son ‘el paradigma como logro’ y ‘el paradigma como conjunto de valores compartidos’. Señala que cuando Kuhn escribe sobre la ciencia, no se refiere a la vasta empresa que es la ciencia moderna, sino a pequeños grupos de investigadores que idean una línea de investigación.

¹⁹ Pérez Ransanz, A. R., *op. cit.*, pág. 30

²⁰ *Ibid.*

hacerlo cada vez mejor. No hay grandes problemas y, la manera en que se entiende el progreso dentro de cada periodo de ciencia normal está definida por la comunidad de investigadores. En esta etapa se presentan varias actividades: se resuelven problemas, se estabilizan experimentalmente determinados fenómenos, se obtienen medidas con mucha mayor precisión y se van conformando nuevos datos que son significativos dentro de la actividad científica.

La investigación normal, por otra parte, va produciendo en su transcurso una serie de problemas, de ‘anomalías’, que se resisten a ser resueltos con las herramientas conceptuales e instrumentales del paradigma establecido. Cuando las anomalías no pueden resolverse, se pone en duda la eficacia y la pertinencia del paradigma vigente. Esta es la etapa donde se empieza a germinar una crisis. Con la crisis comienza la ‘ciencia extraordinaria’, esto es, la actividad de proponer estructuras teóricas alternativas que implican un rechazo o una modificación de los supuestos aceptados hasta entonces.²¹ Es en estos periodos en los que se pueden ensayar muchas propuestas alternativas. Sin embargo, los científicos nunca abandonan un paradigma hasta que hayan encontrado otro que les permita encargarse de las anomalías. Las crisis se terminan por tres vías: 1) el paradigma se muestra finalmente capaz de resolver los problemas que provocaron la crisis; 2) no hay ningún enfoque que permita resolver las anomalías y estas deben permanecer así hasta esperar tiempos mejores; y 3) surge un paradigma alternativo que parece ofrecer una solución, iniciándose así la lucha por lograr un nuevo consenso.

Kuhn describe un cambio de paradigma como una ‘revolución’. Sus tesis sobre el cambio revolucionario tienen en la mira los modelos tradicionales de evaluación de teorías y, por consiguiente, la noción de racionalidad que estos presuponen. Al describir un cambio de paradigma como una revolución, Kuhn está cuestionando que la elección entre teorías rivales —integradas en paradigmas distintos— sea una cuestión que pueda resolverse mediante algún procedimiento efectivo (algorítmico) de decisión. Es decir, se trata de una elección que no tiene resolución con la simple apelación a la lógica y a la

²¹ Pérez Ransanz, A. R., *op. cit.*, pág. 30

experiencia neutral (como pretenden los empiristas lógicos), ni tampoco mediante decisiones claramente gobernadas por reglas metodológicas (como proponen los popperianos).²²

Según Kuhn, al ocurrir un cambio de paradigma se produce una ruptura radical con el paradigma anterior: se torna imposible la traducción de uno a otro. Los cuerpos de conocimientos separados por una revolución son así ‘inconmensurables’, como se ha dicho muchas veces; no existe una ‘medida común’ que permita este diálogo. Las diferencias que acompañan la inconmensurabilidad son diferencias en los compromisos básicos de los paradigmas: diferencias en los criterios sobre la legitimidad y el orden de importancia de los problemas; diferencias en las leyes que se consideran fundamentales; diferencias en la red de conceptos, a través de la cual se estructura el campo de investigación y se organiza la experiencia; diferencias en los supuestos sobre qué entidades y procesos existen en la naturaleza; y diferencias en los criterios de evaluación, es decir, en la manera de aplicar valores epistémicos tales como simplicidad, consistencia, fecundidad, alcance, etc.²³

Además del problema de la inconmensurabilidad, Kuhn plantea otro problema, denominado por Hacking ‘el problema del nuevo mundo’. Los cambios de paradigmas generan cambios en todos los demás aspectos de la ciencia; transforman no sólo la concepción de evidencia empírica, la noción de observación, lo que se entiende por datos, sino también la noción misma de objeto y, con ello, lo que asumimos por ‘realidad del mundo’. Al tener nuevos fenómenos, aparecen nuevos tipos de problemas y nuevos modos de solucionarlos, y esto implica un abandono de muchos elementos del paradigma anterior. Por otra parte, las diferencias de paradigmas suponen también cambios en los significados básicos de las teorías. A juicio de Hacking, Kuhn intenta establecer el significado de los términos básicos y su relación con el mundo combinando la teoría lógica con una teoría lingüística. Al hacer esto, no logra resolver el problema, por lo que

²² Pérez Ransanz, A. R., *op. cit.*, pág. 32

²³ *Ibíd.*

mantiene hasta el final el conflicto en torno a la inconmensurabilidad. Este tipo de perspectiva abordada por Kuhn es lo que dio lugar a que gran parte de la discusión post-kuhniana estuviera determinada por un marco lógico-lingüístico.

Dado que los cambios son radicales dentro de una revolución y que no existen, en realidad, argumentos concluyentes para fundamentar las causas del cambio, a los científicos que han asumido el nuevo paradigma sólo les queda intentar obtener un consenso. De aquí que el único camino que se pueda seguir sea el de la persuasión: los partidarios de las teorías rivales esgrimen argumentos de plausibilidad, se sustentan en razones que puedan convencer a los otros de cambiar su marco de investigación. Cuando, finalmente, después de un proceso de debate y deliberación se establece el consenso, comienza nuevamente una etapa de ciencia normal. De esta manera, una vez que una disciplina científica ha alcanzado la madurez, pasa repetidamente a través de la secuencia ciencia normal - crisis - revolución - nueva ciencia normal.

2.2. LA IMAGEN 'CLÁSICA' DE LA CIENCIA TRANSFORMADA

La crisis de la racionalidad fue una crisis porque, como aprecia Hacking²⁴, sacudió nuestra antigua costumbre de pensar que el conocimiento científico era el pináculo de la razón humana. A partir de esta crisis de confianza, la racionalidad ha sido un tema obsesivo para los filósofos de la ciencia. La pregunta que surge inmediatamente es qué tipo de imagen era la que se tenía antes de Kuhn para que sus tesis se hayan considerado esenciales para el cambio.

Ciertamente, las figuras de R. Carnap y K. Popper fueron protagonistas en la construcción del escenario de debate. «Estaban en desacuerdo en casi todo pero sólo porque estaban de acuerdo en cuestiones básicas».²⁵ Lo que significa que ambos autores comparten una imagen de la ciencia, imagen que va a ser rechazada por Kuhn.

²⁴ Hacking, I., *op. cit.*

²⁵ *Ibid.*, pág. 21

Hacking examina el contrapunteo mantenido por ambos autores en el que escudriñaban tesis por tesis, punto por punto, pero en el que partían de los mismos presupuestos referenciales: Carnap pensaba que los significados y una teoría del lenguaje eran fundamentales en el quehacer filosófico y que el criterio de verificación era útil para distinguir la ciencia de lo que no es ciencia. Popper desdeñaba la apelación a la filosofía del lenguaje, por considerar que constituía un retorno a un tipo de filosofía escolástica, y proponía la falsabilidad como el modo de distinguir la actividad científica de la mera superstición. Carnap juzgaba que el conocimiento tiene fundamentos y que las buenas razones para establecer una teoría se podían obtener mediante la confirmación. Popper sostenía que la racionalidad consistía en el método y alegaba que no había fundamentos de ningún tipo, dado que todo nuestro conocimiento es falible. Carnap creía en la inducción, Popper en que no hay otra lógica que la deducción.

Como apunta Hacking, si dos personas están genuinamente en desacuerdo acerca de cuestiones importantes, no van a encontrar un campo común para disputar una por una cuestiones específicas.²⁶ Entonces, ¿qué es lo que tienen en común Carnap y Popper?. Hacking busca precisar las coincidencias. Básicamente, tanto Popper como Carnap asumen que la ciencia natural es nuestro mejor ejemplo de un pensamiento racional. También comparten otras creencias, aunque lo que hagan con ellas difiera. Ambos piensan que hay una distinción entre *observación* y *teoría* y consideran que el conocimiento es *acumulativo*. Popper puede estar al acecho de refutaciones, pero está de acuerdo con que la ciencia evoluciona y tiende hacia la teoría verdadera del universo. Para ambos, la ciencia tiene una estructura *deductiva* muy definida y la terminología científica es, o debe ser, bastante *precisa*. Los dos creen en la *unidad* de la ciencia, lo cual implica que todas las ciencias emplean el mismo método, de donde las ciencias humanas tienen, o deberían tener, la misma metodología de la física. En este sentido, las ciencias naturales son parte de una ciencia y se espera, por ejemplo, que la biología se reduzca a la química, así como la química se reduzca a la física.²⁷

²⁶ Hacking, I., *op. cit.*, pág. 23

²⁷ *Ibid.*, pág. 24

Ambos contemplan una diferencia fundamental entre *contexto de justificación* y *contexto de descubrimiento*. Frente a este último, que supone toda una serie de consideraciones sociológicas, psicológicas e históricas con respecto a la producción de conocimiento, lo que interesa es el contexto de justificación, es decir, una reflexión acerca del producto final de la ciencia. Estas consideraciones giran alrededor de una hipótesis, una teoría o una creencia, por lo que la pregunta correspondiente al contexto de justificación sería: ¿esta hipótesis, esta teoría, esta creencia, está razonablemente apoyada por las pruebas, confirmada por el experimento, corroborada por contrastaciones estrictas?. En cualquiera de los casos, ni en Popper ni en Carnap existe un interés por lo histórico más que para determinar cuestiones cronológicas o anecdóticas.

A este respecto, Pérez Ransanz aporta una conclusión apropiada para sintetizar las observaciones de Hacking. Plantea que los autores en disputa tienen un objetivo básico que consiste en destilar lo esencial del método científico y justificar nuestra confianza en él; que suponen que las preguntas por las reglas metodológicas conducen a los cánones universales de racionalidad. De ahí que la racionalidad sea concebida como enclavada en reglas de carácter universal, las cuales determinan las decisiones científicas; el énfasis se marca en las relaciones lógicas que conectan las hipótesis con la evidencia, y se minimiza el papel de los sujetos.

Hay que señalar que si bien es verdad que Popper y Carnap pueden ser vistos hoy con muchos acuerdos básicos y fundamentales, esto se logró únicamente después de Kuhn. Es decir, ese acuerdo sólo se percibió cuando un enfoque radicalmente divergente dentro de la misma tradición anglosajona de pensamiento permitió que salieran a la luz los puntos básicos que los unían.

Y es ciertamente Kuhn quien cuestiona los acuerdos comunes de Carnap y Popper, según acota Hacking, puesto que para aquél no hay una distinción definida entre *observación* y *teoría*. La ciencia no es *acumulativa*; una ciencia en desarrollo no tiene una estructura *deductiva* férrea y además los conceptos científicos en uso no son

particularmente precisos. La *unidad metodológica* de la ciencia es falsa: hay diversos tipos de herramientas que se utilizan para diferentes tipos de investigaciones. Las ciencias mismas no están unificadas, puesto que dentro de una misma ciencia encontramos un gran número de disciplinas reducidas que sólo se traslapan ligeramente. El contexto de *justificación* no puede separarse del contexto de *descubrimiento*. La ciencia debe ubicarse en el tiempo y es esencialmente histórica.²⁸

Pérez Ransanz elabora una conclusión en torno a la imagen clásica de la ciencia:

Es la imagen de la ciencia como algo que a fin de cuentas está fuera de la historia, y que gracias a su método resulta ser independiente de los sujetos que las producen, de sus intereses, prácticas, supuestos, condicionamientos, interacciones, etc. Esto provocó la reacción de reivindicar la dimensión histórica, social y pragmática de la empresa científica y de explorar su impacto en la dimensión metodológica.²⁹

2.3. 'LA NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA'

El movimiento de los años sesenta ha sido etiquetado de diversas maneras: nueva filosofía de la ciencia, corriente historicista, teoreticismo, análisis de las cosmovisiones e, incluso, filosofía de la ciencia blanda. La denominación de 'nueva filosofía de la ciencia' que persiste en la actualidad, destaca simplemente la oposición de esta concepción a las tesis básicas tanto del empirismo lógico como del racionalismo crítico.

El calificativo de 'corriente historicista' obedece a que en este enfoque la atención se concentra en la dinámica del proceso mediante el cual cambia y evoluciona el conocimiento científico, más que en la estructura lógica de los resultados. El modo como *de hecho* se trabaja, y esto lo puede abordar la historia.³⁰

²⁸ Hacking, I., *op. cit.*, pág. 25

²⁹ Pérez Ransanz, A.R., *op. cit.*, pág. 21

³⁰ *Ibid.*

Por otra parte, si bien se admite que la experiencia es fundamental en el proceso de conocimiento, se considera que esta sólo puede ser determinada a partir de ciertos marcos conceptuales y teóricos que conforman la noción misma de experiencia. Este planteamiento es lo que se ha conocido como ‘la carga teórica de la observación’, de donde su denominación de ‘teoreticista’.

De esta manera, el énfasis dado al enfoque histórico (en contra de la primacía del análisis lógico) y el acento en el carácter teórico de la investigación (en contra de la existencia de una base empírica neutral) conducen al cuestionamiento de la tajante distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación. El contexto de descubrimiento conforma el contexto de justificación.³¹ En relación con este problema, P. Feyerabend es uno de los autores que ha insistido en la cuestión de que es tan importante analizar ideas como introducirlas, y que el hecho mismo de introducir una idea afecta esencialmente al modo en que posteriormente se considera la justificación en sí misma.³²

Siguiendo el análisis ofrecido por Pérez Ransanz, encontramos una reivindicación de lo social y lo pragmático, según la cual la ciencia no carece de presupuestos. Hay que considerar elementos de carácter social, es decir, hay que partir de la presunción de que toda práctica se hace siempre desde alguna perspectiva, cuya inserción es importante en el análisis de la ciencia. La dimensión pragmática pretende resaltar —más allá de los aspectos lógicos— los usos e intereses particulares que existieron para desarrollar tanto hipótesis como técnicas y métodos experimentales. Lo que lleva a contemplar el problema del cambio y evolución de la teoría y de las prácticas experimentales, aspecto importante que hay que destacar, puesto que introduce elementos que no se habían tomado en cuenta. Reflexionar sobre el modo en que se constituyen las prácticas experimentales es una de las claves que incidirá, a su vez, en una nueva forma de establecer la relación entre teoría y experimentación. Estas diferentes consideraciones

³¹ Pérez Ransanz, A.R., *op. cit.*, pág. 21

³² Feyerabend, P., ‘Philosophy of science versus scientific practice. Observations on Mach and his followers and oponents’ en *Philosophical Papers. Problems of Empiricism*, vol. 2, Cambridge University Press, Cambridge, págs. 84-85

propiciarán que los marcos de estudio sean más comprensivos, las ‘unidades de análisis’³³ más amplias, y en definitiva, que la filosofía de la ciencia deje de ser identificada con la epistemología.³⁴

Kuhn observa que en la práctica científica se violan las reglas metodológicas y que estas además no explican los grandes logros científicos, pero que sin embargo, nadie duda del éxito de la empresa científica. Existe un desacuerdo entre el carácter normativo del análisis metodológico, es decir, en el acto de sostener que la filosofía se ocupa de especificar cómo se debe hacer ciencia y lo que *de hecho* sucede en la práctica y en la conformación de los resultados. Por otra parte, la actividad científica muestra una diversidad y heterogeneidad de la cual habrá que dar cuenta.

Se establece entonces la famosa controversia entre quienes consideran (los nuevos filósofos) que el objetivo es entender la estructura del desarrollo científico y explicar los cambios que en él se generan, y quienes consideran (los filósofos clásicos) que el objetivo es codificar los criterios y procedimientos, de carácter universal, que regulan la correcta práctica científica.³⁵

Existen muchas interpretaciones de lo que ha sucedido después de Kuhn. D. Shapere,³⁶ después de analizar de un modo excelente las características del llamado empirismo lógico, señala que esta forma de ver la filosofía se enfrentó con numerosas críticas y que, sin embargo, no deja de ser una empresa válida para abordar los problemas. Igualmente, afirma que una gran mayoría de autores ha optado por enfocar de una forma completamente nueva los problemas de la filosofía de la ciencia. Casi todos coinciden en que a partir de Kuhn ha habido un reordenamiento del modo en que se concibe la tarea filosófica, en general, y la filosofía de la ciencia, en particular.

³³ Pérez Ransanz, A.R., *op. cit.*

³⁴ Echeverría, J., *Introducción a la Metodología de la Ciencia*, Cátedra, Madrid, 1999

³⁵ Pérez Ransanz, A.R., *op. cit.*, pág. 23

³⁶ Shapere, D., ‘Meaning and scientific change’ en Hacking, I. (ed.), *Scientific Revolutions*, Oxford University Press, Nueva York, 1981

Un importante grupo de autores admite el *giro historicista*, un giro que enfatiza los aspectos dinámicos de la ciencia, supeditando la explicación de los rasgos estructurales de las teorías científicas a una adecuada comprensión previa de los mecanismos del cambio en la ciencia.³⁷ Dentro de esta perspectiva, el enfoque historicista presenta dos tendencias: una óptica filosófica normativa, que intenta buscar criterios metacientíficos de racionalidad, en donde se incluyen al primer Feyerabend, a Lakatos y a Laudan; una óptica historiográfica descriptiva, que recurre a la historia sin el propósito general de sobrepasar los límites de la descripción, intentando re-interpretar la naturaleza del cambio científico de una manera más continuista que Kuhn.

Podemos decir sin exagerar que surgen innumerables enfoques y giros a partir de la obra de Kuhn.: los conocidos *enfoques semánticos*; los autores *empiristas*, que no necesariamente se ubican dentro de las corrientes historicistas o semánticas; también comienza a desarrollarse una mayor cantidad de filosofías *especiales*, que se ocupan de reflexiones filosóficas de un ámbito de la ciencia —un punto específico y particular de una disciplina, como por ejemplo, la filosofía de la mecánica clásica o de la mecánica cuántica—. Otros enfoques son los *naturalistas*, los cuales empiezan a ser la orientación mayoritaria que parece tender a imponerse en filosofía de la ciencia. Se destaca por último el *giro cognitivo*, que juzga que entender la ciencia significa ante todo entender los procesos cognitivos de los sujetos, en este caso, de los científicos involucrados en la actividad científica.³⁸

La mención de estas corrientes apenas constituye una aproximación muy superficial, por cuanto cada una de ellas puede mezclarse con otras tendencias, lo cual genera una diversidad enorme de posiciones filosóficas. Todo esto muestra que la obra de Kuhn ha marcado un profundo cambio en el contexto filosófico, y ha permitido un nuevo tipo de reflexión que ha enriquecido a la filosofía de la ciencia.

³⁷ López Cerezo, J. A., Sanmartín, J., y González, M., 'El estado actual de la cuestión. Filosofía actual de la ciencia' en *Diálogo Filosófico*, vol. II, n.º 29, 1994, págs. 164-208

³⁸ Giere, R., *Explaining Science*, University of Chicago Press, Chicago, 1988

Pero creo, también, que hay que resaltar —como sostiene Echeverría— que la influencia de la obra de Kuhn no se limita a la filosofía de la ciencia; del mismo modo ha impregnado la sociología de la ciencia, la historia de la ciencia, y la concepción que los científicos tienen sobre su actividad, la cual ha cambiado considerablemente en el último tercio de siglo. La causa de todas estas transformaciones son, aparte de la publicación de la *Estructura de las Revoluciones Científicas* en 1962, los profundos cambios ocurridos en la actividad científica a partir de la Segunda Guerra Mundial.³⁹ Esto implica que debemos comenzar a considerar la práctica efectiva y real, la científica y la de muchos otros ámbitos, como parte integrante de los procesos que constituyen nuestro modo de concebir el mundo.

En un intento de resumir las resonancias de una nueva concepción de la filosofía de la ciencia, Hacking elabora la siguiente aseveración: «Sea como sea, nótese cuán historicistas nos hemos vuelto. El discurso de la filosofía de la ciencia se ha transformando desde la época en que Kuhn escribió. Ya no mostramos nuestro respeto por la ciencia, como Nietzsche decía, deshistorizándola».⁴⁰

2.4. DISTANCIÁNDONOS DE KUHN

Hacking plantea que uno de los efectos producidos por la filosofía de Kuhn es que ahora hay que explicar, más que el cambio, la estabilidad de la ciencia. O, en otras palabras, que ha habido un predominio de la noción del cambio y de las revoluciones dentro de la ciencia, con lo cual el problema se transforma en explicar cómo se obtiene la estabilidad de la ciencia (si es que la hay). Al igual que todo movimiento novedoso, el movimiento kuhniano ha puesto un excesivo énfasis en el cambio de teorías, pero también ha insistido en la importancia de la práctica científica y del contexto social para dar cuenta de ese cambio. Todo ello, al parecer de Hacking, no supone que hemos dejado de ser racionalistas o que la racionalidad científica esté en entredicho. A diferencia de

³⁹ Echeverría, J., *op. cit.*, pág. 167

⁴⁰ Hacking, I., *op. cit.*, pág. 35

algunas de las polémicas de Feyerabend, las tesis kuhnianas no se oponen a la racionalidad científica. L. Laudan⁴¹, por ejemplo, realiza un estudio de la racionalidad a partir de la evidencia histórica existente y analiza sus características empírica e históricamente.

Kuhn, según Hacking, no se distingue mucho de los positivistas. Así como sostuvo que Carnap y Popper no se diferenciaban tanto en realidad, igual va a pensar de Kuhn. «No espere usted que él sea tan ajeno a sus antecesores como se podría pensar. Una oposición, punto por punto, entre filósofos indica un acuerdo en lo básico, y en ciertos aspectos Kuhn se opone punto por punto a Carnap-Popper».⁴²

Esta posición tiene semejanzas con algunas observaciones que realiza Galison, quien asevera que los positivistas lógicos buscaban en 1920 una convergencia entre teoría y experimento; el modo en que la lograban era reduciendo la ciencia a observaciones básicas denominadas ‘proposiciones elementales’. Por otro lado, los historiadores positivistas de la ciencia coincidían en que la *periodización* correcta de la ciencia se ubicaba en dos niveles: a) una continua base de articulación de observaciones, y b) una discontinua secuencia de teorías que variaban organizando los hechos.⁴³ Cuando, al final de la guerra, empezaron a ser notorias las posiciones anti-positivistas, modificaron el viejo esquema y lo pusieron de cabeza: Kuhn, entre otros, tomó a la teoría como la base y a la observación como superestructura. Los cambios en la teoría dictaban o determinaban cambios en la observación.⁴⁴ Un punto de vista similar es sostenido por Munévar,⁴⁵ al considerar que en el corazón del empirismo está la creencia de que la experiencia tiene una prioridad epistemológica sobre la teoría. Pero, si los ‘hechos’ comienzan a ser teóricos también a la luz de los anti-positivistas, en lugar de una

⁴¹ Laudan, L., ‘A Problem-Solving approach to scientific progress’ en Hacking, I. (ed.), *Scientific Revolutions*, Oxford University Press, Nueva York, 1981

⁴² Hacking, I. *op.cit.*, pág. 25

⁴³ Galison, P., ‘Multiple Constraints, Simultaneous Solutions’ en *Philosophy of Science Association (PSA)*, vol. 2, 1988, págs. 157-163

⁴⁴ *Ibid.*

⁴⁵ Munévar, G., *Beyond Reason. Essays on the Philosophy of P. Feyerabend*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht y Londres, 1991

confrontación entre teoría y hecho, vamos a encontrarnos con una confrontación entre teoría y teoría, motivo por el cual se hace necesario revisar muchos de estos enfoques.

Galison comparte con Hacking la idea de que, en realidad, tanto positivistas como anti-positivistas mantuvieron su compromiso con un punto de vista común, que consiste en acordar que la estabilidad de la ciencia existe si se logra que la relación experimento-teoría o teoría-experimento pueda reducirse a un bloque sin rupturas. Dicho de otro modo, a una relación de diversidad, donde, a la larga, predominará *la unidad*. Ambos enfoques, en el fondo, daban por sentado que hay *una línea narrativa subyacente* (la observación para los positivistas, la teoría para los anti-positivistas), en la cual todo lo demás se apoya tanto histórica como epistemológicamente.

A pesar de sus diferencias, en el pensamiento tanto de Kuhn como de Carnap descansa la suposición de que la actividad de la ciencia debe ser principalmente entendida como un desenmarañamiento de las dificultades del *lenguaje*. Mientras que para Kuhn no hay un lenguaje protocolar, para Carnap, sí; para Kuhn la teoría venía epistémicamente primero, estableciendo a partir de ella los límites clasificatorios del mundo. Para Carnap venía primero el lenguaje ‘observacional’ del mundo, a partir del cual se construía un lenguaje lógico de un orden más elevado. Para Kuhn había una unidad sincrónica o vertical entre teoría y observación en un momento determinado, mientras que para Carnap esa unidad estaba dada por la continua acumulación del lenguaje observacional, es decir, la construcción se establecía desde abajo hacia arriba.

Ambos, por otra parte, dan gran importancia al problema de la *referencia*, aunque cada uno accede a ella de un modo diferente. En los dos hay una noción de *estructura* a la cual pueden ser reducidas las proposiciones científicas. Estos dos modelos tienen, por otra parte, un sentido de *jerarquía* establecida que tiende a la unidad del proceso del trabajo científico. Son dos imágenes opuestas la una de la otra, pero en las imágenes

reflejadas hay una gran similitud.⁴⁶ Como bien ha acotado Hacking, si dos filósofos discrepan punto por punto es que tienen mucho más en común de lo que parece.

La propuesta de Galison, así como también la de muchos otros autores, es construir una representación heterogénea para una ‘periodización’ de la ciencia moderna; una representación que permita cortes y rupturas, pero que a la vez señale que estos no se encuentran sólo en la teoría, sino que también existen en los instrumentos y en la prácticas experimentales.

Esta propuesta comienza a cristalizarse a partir de la década de los setenta. A juicio de Pickering,⁴⁷ esta década se caracterizó por un auge muy grande de la Sociología del Conocimiento Científico (SSK), como se expondrá más adelante. Hacia finales de esos años, se manifestaron otras variantes de este tipo de análisis, como las propuestas de B. Latour, S. Woolgar y K. Knorr-Cettina, que iban generando a su vez nuevos problemas y mayores distinciones. En la década de los ochenta se comienza a desarrollar una filosofía de la ciencia en torno a la pregunta ‘¿qué es lo que pasa en el laboratorio?’, con autores como N. Cartwright, A. Fine y el propio Hacking. Estos pensadores trabajan una filosofía de la ciencia empírica que tiene puntos de intersección con los de la SSK. Todas estas posiciones, con sus diferentes variantes, están unidas por un rechazo común al apriorismo filosófico y por una sensibilidad con respecto a las dimensiones sociales de la ciencia.

Por otra parte, y para concluir con este punto, vale indicar la observación de Echeverría en cuanto a que percibe la filosofía de la ciencia de los ochenta y los noventa como polifacética, sin que contenga una tendencia dominante aglutinadora de esa pluralidad de aportaciones. Agrega que podemos comenzar a hablar de una ‘filosofía post-khuniiana de la ciencia y la tecnología’. Esto lo lleva a sostener que se pueden agrupar a autores de diferentes disciplinas en un conjunto cuyo rótulo sería ‘filosofía de

⁴⁶ Galison, P., *Image and Logic*, The University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1997, págs. 784 - 797

⁴⁷ Pickering, A., *Science as Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1992

la actividad científica', de donde se ha generado una 'filosofía crítica de la ciencia y la tecnología' que analiza no sólo la práctica de los científicos, sino también la innovación tecnológica y las respectivas consecuencias en su contexto social.⁴⁸

En el presente apartado apenas he esbozado el tema que se abordará en este trabajo, ante el cual el lector encontrará dos caminos, cuyas orillas a veces se cruzarán. Una vía conduce, en forma amplia, a acceder a autores que se han dedicado de un modo u otro a una filosofía de la práctica experimental; la otra vía está encauzada, en un sentido más específico, a aquellos autores que se han dedicado a analizar la práctica experimental en los laboratorios. Pero las sendas no sólo guiarán hasta los escenarios mencionados: por medio de estos análisis, los autores efectúan algo que va más allá de la reflexión en torno a la experimentación y los laboratorios. De hecho, la consecuencia que estos estudios suponen es la ruptura con toda una visión unitaria de la ciencia. Admitir la diversidad y la heterogeneidad de las prácticas experimentales establece una nueva imagen de la ciencia y de la historia de la ciencia, que implica, a su vez, un tipo de filosofía que debe encarar una manera muy distinta de concebir los problemas filosóficos. No se podrán erigir ya jerarquías y unidades; la noción de estructura no es fácil de establecer, y, por otra parte, aunque el lenguaje científico sigue siendo fundamental, la forma en que debemos abordarlo cambiará sustancialmente. Este paso, entonces, deja atrás gran parte de las polémicas establecidas por positivistas y por kuhnianos.

3. UN MODO DE VER LA PERSPECTIVA ACTUAL DEL DEBATE FILOSÓFICO

Rorty⁴⁹ considera que el debate filosófico actual se puede ordenar en dos perspectivas. Una es mediante el debate que denomina 'techie-fuzzie'⁵⁰ y que se traduce en una polémica entre nominalismo y metafísica; la otra es la denominada 'guerras de la

⁴⁸ Echeverría, J., *op. cit.*, pág. 304

⁴⁹ Rorty, R., *op. cit.*

⁵⁰ Los 'techies' son los metafísicos y los 'fuzzies' son los nominalistas o anti-metafísicos.

ciencia’. He tomado esta visión porque, como veremos en el próximo capítulo, el pensamiento de Hacking se ubica en gran medida —aunque no exclusivamente— en relación con estas dos perspectivas.

3.1. NOMINALISTAS Y METAFÍSICOS

A juicio de Rorty, el nominalismo supone la afirmación (o exigencia) de que todas las esencias son nominales y todas las necesidades son *de dicto*. Esto implica sostener que ninguna descripción de un objeto es más verdadera con respecto a la naturaleza de ese objeto que cualquier otra. Los nominalistas piensan que la metáfora de Platón de ‘despiezar en sus trozos o partes naturales’⁵¹ a la naturaleza debe ser abandonada para siempre. Los que se autodenominan nominalistas son descritos como ‘idealistas lingüísticos’ por los metafísicos materialistas.⁵²

Sin embargo, el nominalismo es una protesta contra cualquier tipo de metafísica. Un nominalista que sea consistente debe insistir en que el éxito y el poder explicativo del vocabulario corpuscular no tienen su fundamento en un estatuto ontológico, y que la idea misma de la existencia de este debe ser abandonada.⁵³ Vistas así las cosas, no existe ningún tipo de lenguaje privilegiado que permita acceder al mundo de un ‘mejor modo’, y esto no se debe a que nuestras facultades sean limitadas, sino a que no existe una manera de describir ‘las cosas tal cual son en sí mismas’. Suponer que existe un tipo de vocabulario descriptivo que logre esto, implica, en el fondo, dar por sentado que la naturaleza tiene una esencia, es decir, admitir una posición metafísica esencialista.

⁵¹ Su expresión en original es ‘cutting nature at the joints’. Jesús Sánchez, quien traduce la obra de Hacking *The social construction of WHAT?*, nos explica que el sentido de la expresión ‘carving at the joints’ «se refiere a trinchar un ave (el pavo de Acción de Gracias, por ejemplo) separando sus ‘partes naturales’, los muslos, las alas, etc. En general, uno de los significados de *to carve* es cortar y *joints*, entre otras cosas se refiere a los miembros o las partes de un animal que vende un carnicero a sus clientes, así ‘carving the joints’ lo traducimos como ‘despiezar en sus trozos (o partes) naturales’». La metáfora a que se refiere Hacking, es al uso relativamente reciente de esta expresión en ciertas ramas de la filosofía (epistemología, filosofía del lenguaje, filosofía de la mente, etc.) para denotar la forma en que los sujetos ‘troceamos’ la realidad mediante el lenguaje, los conceptos, las percepciones, etc., siguiendo clases naturales. (Pág. 141 de la obra traducida.)

⁵² Rorty, R., *op. cit.*

⁵³ *Ibid.*

En este sentido, llevar las tesis nominalistas hasta sus últimas consecuencias implica asumir que no existe un lenguaje privilegiado y particular por el cual accedemos al mundo, ni tampoco un mundo esencial al cual haya que acceder. Para un nominalista, comprender mejor el universo físico supone tener más que decir en torno a él. Mientras que los metafísicos hablan de acercarse más y mejor a la verdad de la naturaleza, un nominalista parte de que la ciencia lo que hace es inventar un discurso donde los nuevos predicados son atribuidos a las cosas que antes estaban identificadas por viejos predicados.

Continuando con este argumento, para Rorty nominalismo e idealismo se unen de forma inseparable. La tesis central del idealismo consiste en que la verdad está determinada por la coherencia entre las creencias, más que en la correspondencia a una naturaleza intrínseca del objeto. Esta doctrina sugiere, aunque no implica necesariamente, la tesis central del nominalismo: que debemos sustituir la noción de ‘naturaleza intrínseca’ por la de ‘identificación descriptiva’.⁵⁴ Esta posición que Rorty asume y admite como idealista y como propia, no debe confundirse con el idealismo de Berkeley. Este autor, al considerar que nada puede ser como una idea sino una idea, concluyó que sólo las ideas y las mente son reales. Lo que debió haber dicho es que sólo las proposiciones pueden ser verdaderas con respecto a otras proposiciones, y esto es una pretensión nominalista que no tiene nada que ver con la metafísica. Este punto es importante, ya que Hacking tomará una posición a medio camino entre nominalistas-idealistas y metafísicos esencialistas. Su propuesta esta, en gran parte, basada en un rechazo a una filosofía de la ciencia que sostenga una concepción del mundo y del pensamiento en términos esenciales. Pero, simultáneamente, su obra puede ser vista como un cuestionamiento a todos aquellos planteamientos idealistas que caracterizan gran parte de la filosofía anglosajona. Así, admitirá ser nominalista y realista, cuestión que plantea una tensión a lo largo de su obra y que, para muchos, denota una ambigüedad imposible de ser sostenida.

⁵⁴ Rorty, R. *op. cit.*

3.2. 'LAS GUERRAS DE LA CIENCIA'

La otra vertiente para considerar la controversia es situándonos desde lo que se ha conocido como 'la guerra de las ciencias'. Este enfoque está relacionado con el anterior, pero en otra perspectiva. El debate entre nominalistas y metafísicos o entre nominalismo y realismo, es un viejo debate; ha existido, si se quiere, a lo largo de toda la historia de la filosofía. Tiene que ver con el modo en que la filosofía se ubica frente a la relación existente entre el pensamiento, el lenguaje y el mundo. 'La guerra de las ciencias' es un debate relativamente reciente y muchos autores lo retrotraen al texto de C. Snow⁵⁵. Esta discusión se inicia a partir de los análisis específicos en torno a la práctica científica.

Rorty hace notar que es normal que leamos que hay una guerra que está sucediendo entre filósofos. La guerra, nos dicen, es entre aquellos que creen en la verdad y la racionalidad y aquellos que no creen en ella. Estos últimos, *los chicos malos*, muchas veces son llamados postmodernistas, otras veces irracionales, y otras, construccionistas sociales. Los *chicos buenos* creen que la ciencia nos dice cómo realmente son las cosas: para ellos la investigación científica es el paradigma de la racionalidad y nos piden que aceptemos la ciencia natural como el modelo para otras actividades humanas; ven una gran diferencia entre descubrir y hacer, entre los esfuerzos para aprender cómo son las cosas y los esfuerzos para remendar las entidades artificiales, del tipo crédito comercial y democracia constitucional.⁵⁶

Los Estudios Sociales de la Ciencia constituyen uno de los ejes fundamentales por medio del cual se inaugura esta guerra. Aunque, como subraya Rorty, participan en ella otro tipos de planteamientos, como las posiciones postmodernas o los modos en que se ha interpretado el 'todo vale' de Feyerabend. A pesar de estas consideraciones, gran parte de este debate ha surgido a partir de tesis planteadas por determinados programas sociológicos que se insertan normalmente con el rótulo de Sociología del Conocimiento

⁵⁵ Snow, C. P., *op. cit.*

⁵⁶ Rorty, R., 'Phony Science Wars' en *The Atlantic on Line*, noviembre de 1999

Científico, y por ello expondré muy generalmente algunas de sus tesis principales. Hacking⁵⁷ pensaba que esta contienda no iba a durar mucho, pero puesto que lleva casi más de treinta años, juzga que todo filósofo debe de alguna manera pronunciarse con respecto a ella.

3.2.1. LA SOCIOLOGÍA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

La Sociología de la Ciencia o del Conocimiento Científico remite a Merton,⁵⁸ quien realiza el análisis de la ciencia en tanto institución social, sin interferencia en problemas de carácter epistemológico, lo que apunta a que el constreñimiento de los contenidos científicos no es social sino cognitivo. Es en la década de los sesenta cuando G. Mulkay bosqueja un modelo de desarrollo científico alternativo a las propuestas de Merton y Kuhn.⁵⁹ Y es a partir de los setenta que irrumpe un movimiento que produce una completa metamorfosis en buena parte de la sociología, por cuanto se dedica a la génesis y validación de los conocimientos científicos. Es a estos programas a los que se les denominará estrictamente Sociología del Conocimiento Científico.⁶⁰

Aunque es muy difícil establecer elementos comunes a tan diversas propuestas, para los autores de *La sociología del conocimiento y de la ciencia*⁶¹, las tesis de los investigadores que las respaldan comparten, con diversos matices, las siguientes características: 1) Principio de Naturalización: rechazo a la distinción entre contexto de justificación y contexto de descubrimiento, ya que las variables sociales intervienen en los modos de producción y validación del conocimiento científico. Esto implica que la sociología puede y debe dar cuenta de los cuerpos cognoscitivos bajo la interacción de ambas perspectivas. 2) Principio de Relativismo: no hay ningún criterio universal que garantice la verdad de una proposición o la racionalidad de una creencia. Los procesos

⁵⁷ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, Paidós, Barcelona y Buenos Aires, 2001

⁵⁸ Merton, R. K., *Teoría y Estructura Social*, Fondo de Cultura Económica, México, 1980

⁵⁹ Lamo de Espinosa, E., González García, J. M., y Torres Albero, C., *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1994, pág. 519

⁶⁰ *Ibíd.*

⁶¹ *Ibíd.*

cognoscitivos son el resultado de una interacción social. 3) Principio del Constructivismo: el conocimiento es una representación que no proviene directamente de la realidad ni es un reflejo literal de esta. La experiencia no es neutral, más bien es dependiente y varía según el contexto social, los aprendizajes, la cultura, etc. Por tanto, el conocimiento, y en buena medida la realidad, se consideran socialmente contruidos. 4) Principio de Causación Social: la actividad científica no la llevan a cabo sujetos epistémicos ideales, sino grupos sociales concretos dentro de los cuales se insertan las comunidades científicas. En cuanto tales, deben ser explicados tanto los científicos como sus productos por los mismos principios de explicación que cualquier otra organización social. 5) Principio de Instrumentalidad: el conocimiento científico no difiere sustancialmente de otros tipos de conocimientos, salvo por su mayor eficacia en la resolución de problemas. Es decir, la ciencia se caracteriza fundamentalmente por una dimensión instrumental y pragmática, e intenta satisfacer diversos objetivos e intereses.⁶²

Las principales corrientes de la Sociología del Conocimiento Científico son el Programa Fuerte (*Strong Program*), el Programa Empírico del Relativismo (*EPOR*), la Etnometodología, el Constructivismo Social y los Estudios de Ciencia y Género. La variedad de los estudios sociales sobre la ciencia es mucha y continúa expandiéndose en diversas direcciones.⁶³ Dado que es imposible realizar una exposición detallada de todos estos programas y de sus diferentes variantes, se expondrán sus características principales.

3.2.1.1. EL PROGRAMA FUERTE

La obra de D. Bloor y de B. Barnes⁶⁴ trascienden el campo sociológico porque

⁶² Lamo de Espinosa, E. y otros, *op. cit.*, págs. 520-521

⁶³ Echeverría, *op. cit.*, pág. 275

⁶⁴ Bloor, D., *Knowledge and Social Imaginery*, Routledge and Keagan Paul, Londres, 1980. Y Barry Barnes y David Bloor, 'Relativism, Rationalism and the Sociology of Knowledge' en Hollis, M. y Lukes S. (eds.), *Rationality and Relativism*, The MIT Press, Cambridge y Massachusetts, 1982. También se encuentran posiciones importantes de su pensamiento en la obra de Barnes, B. y Shapin, S. (eds.), *Natural Order*, Sage, Londres, 1979 y Barnes, B., *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1980.

incorporan importantes cuestiones a la filosofía y a la historia de la ciencia; comparten el interés por los contenidos filosóficos y epistemológicos de la ciencia.⁶⁵ Partiendo de que el conocimiento se produce colectivamente y que son las comunidades e instituciones científicas quienes aceptan un conocimiento como tal, su interés se centra en los procesos de producción y validación del conocimiento científico.

Además de la influencia ya señalada de la obra de Kuhn en gran parte de la Sociología de la Ciencia, se agrega, en el caso de Bloor, la del Wittgenstein de las *Investigaciones* y la del pensamiento sociológico de Durkheim. El corolario de este giro social es la sustitución del clásico enfoque del conocimiento verdadero por el prisma de la creencia socialmente aceptada y consensuada.⁶⁶ Lamo de Espinosa, González García y Torres Alberto indican, además, que dentro del Programa Fuerte podemos considerar una declaración metodológica que consiste en los cuatro principios conocidos, una serie de presupuestos epistemológicos y el desarrollo de una posterior teoría de los intereses, elaborada por B. Barnes.

Según los cuatro principios básicos del Programa Fuerte, este: 1) Debe ser causal, esto es, debe dar cuenta de los contextos y las condiciones para el surgimiento de las creencias científicas, por lo que sólo la interpretación local permite hacer inteligibles y aceptables las categorías clasificatorias y los conceptos teóricos usados en las prácticas científicas. 2) Debe ser imparcial con respecto a la verdad y la falsedad, la racionalidad o la irracionalidad, el éxito o el fracaso, y ambas partes de la dicotomía deben ser explicadas igualmente. 3) Debe ser simétrico en sus estilos de explicación. Los mismos tipos de causas deberían poder explicar las creencias verdaderas y las falsas. Esta posición fue asumida por Bloor básicamente en oposición a las tesis de Lakatos, para quien la verdad o las creencias verdaderas eran explicadas por la historia interna; las creencias falsas o irracionales eran explicadas por la distorsión e influencia de factores sociales. 4) Debe ser reflexivo, lo cual implica que estos principios pueden ser aplicados a la sociología del conocimiento científico.

⁶⁵ Lamo de Espinosa, E. y otros, *op. cit.*, pág. 522

En definitiva, mediante estos cuatro instrumentos conceptuales, el Programa Fuerte ha tratado de asentar las pautas generales que permiten conocer los mecanismos sociales (provenientes de las más amplia sociedad o cultura, y también del grupo de científicos de referencia), así como los modos de funcionamiento que intervienen en la génesis y validación de las proposiciones científicas.

Ahora bien, de estos principios metodológicos se derivan unos presupuestos epistemológicos que son los que han generado gran parte de la discusión enmarcada en ‘las guerras de la ciencia’. Estos presupuestos afirman una defensa del *naturalismo* por oposición al *justificacionismo*, es decir, las ciencias sociales y los contextos de descubrimiento tienen injerencia sobre el conjunto de dominios del quehacer científico. Establecen un énfasis en la *explicatividad* por oposición al *normativismo*, lo que implica el rechazo a que los productos científicos sean consecuencia de la aplicación de normas y algoritmos; proponen a cambio explicaciones que den cuenta de la diversidad y complejidad de las creencias científicas.

Defienden también un enfoque *relativista* en oposición al *racionalismo*, que acepta la existencia de un mundo real, objetivo y externo, el cual podemos conocer si se siguen los dictados establecidos por el método científico, y cuyo resultado es la verdad científica o la verosimilitud. El Programa Fuerte insiste en que la interpretación de cualquier proposición o principio lógico se produce siempre dentro de un determinado contexto local y, por tanto, se encuentra sujeto a las demandas y a los intereses de los distintos actores que intervienen en el espacio social de referencia. Así, los esquemas teóricos que organizan y fijan la naturaleza se vinculan a los diversos contextos sociales y temporales en que estos se formulan. De lo que se deduce que lo observado no puede ser explicado directamente por la naturaleza del objeto percibido, puesto que este no es otra cosa que la traducción conseguida, con notables esfuerzos, por los distintos tipos de

⁶⁶ *Ibid.*, pág. 524

lenguajes de que se dispone.⁶⁷ Esta propuesta ha provocado tantas reacciones, que incluso Bloor ha reconocido actualmente las limitaciones de su Programa en lo que se refiere al estatuto del objeto, ya que al ser materialista no da cuenta adecuadamente del papel que desempeñan los objetos del mundo.⁶⁸ Y esto es así, puesto que si bien rechaza la existencia de una correspondencia unívoca entre realidad y creencias, lo cual impide alcanzar la objetividad con independencia de la sociedad de referencia, el programa no duda en afirmar la existencia de un mundo material.

Por otra parte, acentúan el carácter *inductivista* por oposición al *deductivismo*: se accede a los contenidos cognoscitivos por medio de la interacción entre contexto social y percepciones a través de los estudios de casos, dado que las conexiones que se establecen entre unos y otros factores no pueden regirse por un esquema universal y descontextualizado.

A estos presupuestos epistemológicos del Programa Fuerte se les une B. Barnes con su teoría de los intereses.⁶⁹ Según esta, cuando se estudia a los científicos en su realidad concreta y sin idealizaciones —en tanto profesión en general—, es inevitable observar que existen expectativas e intereses. Los intereses no sólo afectan a las instituciones sino que afectan la vida interna de la práctica científica: intervienen en la estructuración de las observaciones empíricas, en la formulación de evaluaciones y juicios científicos y, en definitiva, en la génesis y validación de las creencias que comparten y tienen por verdaderas los propios científicos y la sociedad que las asumen.

3.2.1.2. EL PROGRAMA EMPÍRICO DEL RELATIVISMO

El Programa Fuerte tuvo su continuación en el Programa Empírico del Relativismo (*EPOR*), desarrollado en la Universidad de Bath por autores como H.

⁶⁷ Lamo de Espinosa, E. y otros, *op. cit.*, pág. 526

⁶⁸ Bloor, D., 'Anti-Latour' en *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 30, n.º 1, 1999, págs. 81-112.

⁶⁹ Lamo de Espinosa, E. y otros, *op. cit.*, pág. 529

Collins, T. Pinch, entre otros. Este programa propone estudios específicos y locales de una práctica científica en particular. Collins asume un relativismo cultural,⁷⁰ por lo cual admite que cada cultura establece de un modo distinto los objetos de la naturaleza y el conocimiento en torno a ella. La propuesta *EPOR* se ha destacado por mostrar histórica y empíricamente, utilizando ejemplos puntuales, cómo los científicos proceden al cerrar sus controversias científicas, así como también recalca la importancia de los recursos retóricos e institucionales en este proceso.

3.2.1.3. ETNOMETODOLOGÍA DE LA CIENCIA Y EL PROGRAMA CONSTRUCTIVISTA

Como observa Echeverría, la Etnometodología de la Ciencia es anterior a la Sociología del Conocimiento Científico, dado que los primeros trabajos se remontan a Garfinkel en la década de los cincuenta. En la década de los ochenta se produjo una convergencia entre esas dos líneas de investigación que dio origen al Programa Constructivista. Específicamente, la Etnometodología de la Ciencia aparece con los trabajos desarrollados por Michael Lynch, el cual se ocupó de los artefactos de los laboratorios científicos, y con los de Eric Livingston, que se dedicó al estudio de las matemáticas. En ambos casos, se trataba de mostrar que las prácticas científicas constituyen parte de la actividad y de la práctica de los seres humanos. Latour y Woolgar pueden ser considerados como etnometodólogos de la ciencia y tanto ellos como Knorr-Cettina se definen, además, como constructivistas.⁷¹

La obra de Latour es extensa y como él mismo admite en sus polémicas con Bloor, desde que comenzaron los Estudios Sociales de la Ciencia ha ido precisando mejor su propuesta, así como modificando o simplemente abandonando otras. Actualmente se inclina por alejarse de la perspectiva de la modernidad, pero sin caer en enfoques postmodernos, en razón de que juzga que los autores postmodernistas mantienen los fundamentos de aquella.

⁷⁰ Echeverría, J., *op. cit.*, pág. 69

⁷¹ *Ibid.*

Los nuevos estudios de la ciencia a los cuales se adscribe pretenden romper con todas las dicotomías modernas que dan lugar a las tradicionales divisiones de epistemología y ontología, naturaleza y sociedad. Propone abandonar todas las dicotomías que impliquen sujeto-objeto, dentro-fuera, interno-externo, para poder así analizar las prácticas como un continuo que abarque todo tipo de actividades y entidades.

¿Por qué no reconocemos que la acción se ve ligeramente superada por aquello que actúa para realizarla; que se desplaza mediante la traducción; que un experimento es un acontecimiento que genera algo más de lo que supuso al principio; que la cadena de las mediaciones difiere de un paso sin esfuerzo de la causa al efecto; que las transferencias de *información* sólo tienen lugar mediante una sutil y múltiple serie de *transformaciones*; que no existe nada semejante a una imposición de categorías sobre la materia informe; y que, en el ámbito de las técnicas, no hay nadie al mando— y no porque sea justamente la tecnología la que se haya puesto al frente, sino porque, de verdad, no hay *nadie ni nada* que esté al mando, ni siquiera un anónimo campo de fuerza?⁷²

Creo que este texto muestra una de las posiciones más actuales de Latour, en el cual intenta enfatizar que la única vía para romper con el modo tradicional de concebir la ciencia es comenzar a mirar la totalidad de lo humano y lo no humano, y cómo efectivamente se realizan estas interacciones. Su trabajo se inicia, como es sabido, cuando decide seguir a los científicos en su prácticas en el laboratorio y toma el papel de un antropólogo, como si los científicos fueran una especie de tribu. En esta empresa le interesa más que nada describir la práctica de los científicos, aunque en realidad, a esta altura, la obra de Latour constituye una de las posiciones más creativas y radicales dentro de los estudios de la ciencia.

Latour reconoce que ha aprendido mucho del Programa Fuerte de Bloor, pero cree que esa propuesta no ha avanzado nada y que ha dejado de ser válida en lo que

⁷² Latour, B., *La esperanza de Pandora*, Gedisa, Barcelona, 1999, pág. 357

concierno a los estudios de la ciencia.⁷³ Opina que la praxis científica muestra justamente que las distinciones señaladas y mantenidas por ese programa no existen. No hay una distinción entre naturaleza no-social y naturaleza social, entre dentro y fuera, y tampoco entre sujeto y objeto. A su juicio, estas distinciones establecidas por la modernidad tienen su origen en Kant, y el Programa Fuerte las asume pasando por Durkheim, quien reemplazó el ego por una sociedad *sui generis*.

La enseñanza fundamental de la praxis científica es que debemos ver todos los elementos involucrados en un estatuto de igual categoría. Al hacer esto, nos daremos cuenta de que la práctica científica supone una serie de transformaciones o traducciones que se van sucediendo continuamente. Por tal motivo, no puede utilizarse por un lado la sociedad y por otro el laboratorio o la ciencia, porque son todos estos recursos los que constituyen una red que conforma una totalidad activa. De este modo, nunca nos enfrentamos a la ciencia, a la tecnología o a la sociedad, sino a una gama de asociaciones más o menos sólidas con lo que entender qué son los hechos y las máquinas es lo mismo que comprender quiénes son las personas.⁷⁴ Es así que cada actividad va generando transformaciones que son, en cierta manera, modificaciones; lo que refleja la riqueza y la complejidad de la práctica científica.

A este conjunto de elementos que conforman la práctica de los científicos, Latour les llama inscripciones, encontradas a lo largo de toda la práctica científica y pueden ser desde una hormona sintetizada (TRH), como la serie de aparatos e instrumentos, un experimento, los diagramas, los gráficos, los artículos escritos, las propuestas, etc., que van ocurriendo en este proceso. La historia de la tecnociencia es la historia de los recursos dispersos por las redes para acelerar la movilidad, la fiabilidad, la combinación y la cohesión.⁷⁵

⁷³ Latour, B., 'For David Bloor... and Beyond: A Reply to David Bloor's 'Anti-Latour' en *Studies in the History and Philosophy of Sciences*, vol. 30, n.º 1, 1999, pág. 114

⁷⁴ Lamo de Espinosa, E. y otros, *op. cit.*, pág. 566

⁷⁵ *Ibid.*

Como señala Echeverría, una de las tesis más originales de Latour y también de Woolgar, en la que luego insistirá Bastide y toda la corriente semiológica, es que

los científicos parten de un caos informacional y observacional. Conforme van tomando notas, elaborando datos, diseñando diagramas y figuras y, finalmente, profiriendo enunciados en los que se utilizan conceptos, los científicos van creando orden a partir del caos inicial [...] La actividad constructiva de los científicos es, ante todo, una *práctica escrita*.⁷⁶

Por lo tanto, de lo que se trata es de buscar una sociología de los contenidos de la ciencia, de donde se obtendrá que no existe ciencia por un lado y sociedad por otra, sino que ambos interactúan en una serie de redes, producto de la acción de diferentes tipos de actores. Cada actor puede ser una fuente de poder, es decir, puede tener mayor incidencia en un determinado momento, y los científicos pueden efectivamente ser una de las fuentes de poder. Latour ha desarrollado y, modificado también, su visión del Cuerpo Político y la relación con el poder; sin embargo, es debido a estas posiciones que ha sido acusado, entre otros por Hacking, de dar una visión política de la ciencia.

Esta acusación responde a sus afirmaciones con respecto a la lucha que se mantiene en los laboratorios. Dentro de las controversias científicas, tienen un rol fundamental factores como el dinero, la negociación, los intereses, el poder de determinados grupos, etc. Sin embargo, como señalamos en el texto antecedente, su última posición parecería que no otorga a nada un poder definitivo.

3.2.2. EL DEBATE REALISMO - RELATIVISMO

Según indica Callebaut,⁷⁷ el realismo volvió a entrar en la filosofía de la ciencia en conjunción con la onda histórica. Más recientemente, la controversia entre realismo y constructivismo ha suplantado el antiguo debate entre racionalismo o relativismo en la

⁷⁶ Echeverría, J., *op. cit.*, pág. 287

⁷⁷ Callebaut, W., *Taking the naturalistic Turn or How Real Philosophy of Science is Done*, University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1993

ciencia. Esto ha ocasionado que una gran cantidad de filósofos se dedicara a defender un cierto realismo en contra de los anti-realismos propuestos por algunos empiristas contemporáneos, como Van Fraassen, y, sobretodo, en contra de un número cada vez mayor de implicaciones o presuposiciones anti-realistas de las nuevas aproximaciones sociológicas a los Estudios de la Ciencia.

Si bien es cierto que esta re-apertura de la discusión en torno al realismo tiene como escenario las dos corrientes básicas señaladas por Callebaut,

conviene recordar que la mecánica cuántica (y sobre todo la escuela de Copenhague) hizo resurgir el debate sobre realismo desde la propia ciencia, con el célebre principio de indeterminación de Heisenberg, por lo que la controversia sobre el realismo no es un cuestión académica de los filósofos, sino que proviene de los cambios científicos del siglo XX.⁷⁸

Ibarra y Mormann⁷⁹ señalan también que es necesario distinguir en el actual estudio de la ciencia aquellos enfoques naturalistas, como el de R. Giere, u otros como los semanticistas (Sneed, van Fraassen), de planteamientos recientes en sociología e historia socioantropológica de la ciencia, teñidos de un relativismo no disimulado. Este relativismo ha sustituido recientemente al instrumentalismo como oponente máximo del realismo científico, constituyendo el eje principal de la disputa en el estudio de la ciencia en nuestros días, la cual se ha conformado como un ‘relativismo *versus* realismo’.⁸⁰

Estas consideraciones nos llevan a afirmar que lo que en principio fue una polémica entre realismo y constructivismo, ha terminado siendo una polémica de carácter más general en la cual se ubica esa confrontación entre realismo y relativismo. Muchos son los autores que admiten esta polémica y que opinan que no necesariamente son opuestas en su totalidad. La polémica entre realismo y anti-realismo, o entre realismo e instrumentalismo, se ha dado en la filosofía de la ciencia a través de todo el siglo XX, y

⁷⁸ Echeverría, J., *op. cit.*, pág. 80

⁷⁹ Ibarra, A. y Mormann, Th., *Representaciones en la Ciencia*, Ediciones del Bronce, Barcelona, 1997

⁸⁰ *Ibid.*, pág. 32

si se quiere, a lo largo de la historia filosófica y científica. Pero, como sostiene Hacking, este debate ha estado configurado por una filosofía que se centraba en el problema de la representación y que no había considerado suficientemente las diferentes dimensiones de la práctica experimental. Son debates que han girado, la mayoría de las veces, en torno al significado de los términos teóricos y su relación con la realidad o al tipo de estatuto que podían tener las llamadas entidades inobservables.

Hay que tener claro, entonces, que el tipo de ‘anti-realismo’ planteado por los constructivistas surge desde consideraciones completamente diferentes a las establecidas por el debate filosófico tradicional. En primer lugar, por cuanto casi todos ellos han otorgado un papel central a la práctica de los científicos, y en segundo lugar, porque sus conclusiones no niegan la realidad de las entidades u objetos del mundo, sino que señalan que esta realidad es constituida a través de nuestras prácticas cognoscitivas en la interacción con el mundo material.

Ciertamente, esta discusión constituye uno de los debates más importantes actualmente y es desde aquí que podemos ubicar a ‘las guerras de la ciencia’. En esta llamada guerra no hay sólo una enorme cantidad de disciplinas y profesiones como sociólogos, filósofos, historiadores, antropólogos, científicos, sino que, además, la diversidad de posiciones entre ellos también es considerable. Aparte de las caracterizaciones ya formuladas, también se ha intentado agrupar los bandos como si por un lado estuvieran los sociólogos (identificados como políticamente de izquierdas y que juzgan que la representación de la naturaleza es arbitraria, que las leyes científicas son ideológicas y la realidad, un mito), y por otro lado estuvieran los científicos, los cuales serían conservadores desde el punto de vista político y mantendrían sin cuestionar sus tesis sobre la naturaleza, la realidad y la verdad.⁸¹

Intentar exponer las características del realismo es una tarea sumamente difícil y compleja, debida cuenta de la existencia de sus diferentes e innumerables tipos. No

⁸¹ Labinger, J. A. y Collins, H. (eds.), *The one culture? A conversation about science*, The University

obstante, a los efectos de tener una idea muy general, podemos decir que el realismo defiende tres tipos de instancias: 1) una instancia *metafísica* según la cual el mundo tiene una naturaleza definida, independiente de la mente y se encuentra estructurado en clases naturales. Específicamente, la instancia metafísica implica que si las clases inobservables puestas por las teorías existen, entonces existen independientemente de la habilidad humana para conocerlas, verificarlas o reconocerlas.⁸² 2) Una instancia *semántica* que sostiene que las teorías tienen relación con las condiciones de posibilidad de verdad y falsedad. Es decir, los enunciados de las teorías científicas son capaces de ser verdaderos y falsos, y tienen referencias factuales. 3) Una instancia de *optimismo epistémico* que pretende distanciarse de las versiones agnósticas o escépticas del empirismo. Esto implica que la posición realista sugiere que conocemos aproximadamente el mundo tal como es.⁸³

Según podemos observar, desde el punto de vista filosófico muchas de las posiciones realistas parten fundamentalmente de una posición metafísica previa. A partir de ella se fundamentan tesis semánticas y tesis epistemológicas. Aunque las generalizaciones no convienen en este debate, muchos de los científicos son, al menos en su práctica, realistas metafísicos. A. Sokal y J. Bricmont defienden tesis como la siguiente:

Saber cómo son las cosas exactamente es la meta de la ciencia; esta meta es difícil de alcanzar, pero no imposible (al menos para algunas partes de la realidad y con ciertos grados de aproximación) [...] Es importante recordar que el conocimiento científico no necesita 'justificación' desde afuera. La justificación para la validez objetiva de las teorías científicas reside en específicos argumentos teóricos y empíricos.⁸⁴

of Chicago Press, Chicago y Londres, 2001

⁸² Psillos, S., *Scientific Realism. How Science Tracks Truth*, Routledge, Londres y Nueva York, 1999

⁸³ *Ibid.*

⁸⁴ Bricmont, J. y Sokal, A., 'Science and Sociology of science: Beyond War and Peace' en Labinger, J. A. y Collins, H. (eds.), *op. cit.*, pág. 27-47

S. Weinberg, por otra parte, afirma:

El tipo de física que he hecho la mayor parte de mi vida, mientras que he estado trabajando en la teoría de campos y partículas elementales, se está dirigiendo hacia un punto fijo determinado. Pero este punto fijo es distinto a cualquier otro de la ciencia. Esa teoría final hacia la cual nos estamos moviendo o acercando será una teoría de una validez irrestricta, una teoría que es aplicable a todos los fenómenos del universo, una teoría que, cuando la descubramos, será una parte permanente de nuestro conocimiento del mundo. Entonces, nuestro trabajo como físicos de partículas elementales estará hecho, y se convertirá en nada más que historia.⁸⁵

Cuando los científicos o los filósofos realistas asumen una visión de la ciencia como las señaladas anteriormente, no es de extrañar que se haya generado la llamada guerra de las ciencias, ni tampoco que, en principio, este debate esté caracterizado por un debate entre realistas, de un lado y constructivistas, del otro. Pero el hecho de que el debate lleve tanto tiempo sugiere, a mi juicio, que los constructivistas han tocado puntos que no son de ningún modo contingentes y que corresponden a problemas que van mucho más allá del aparente debate de realismo y relativismo.

Una prueba de ello podría notarse en las declaraciones de Weinberg, o Sokal y Bricmont que fueron emitidas en un encuentro realizado en 1997 entre sociólogos, constructivistas sociales, científicos, historiadores de la ciencia y filósofos. El resultado final indica que ha habido un acercamiento entre los dos bandos. Aunque hay puntos irreconciliables entre ambas partes, todos aceptan finalmente que los nuevos Estudios de la Ciencia no son en realidad hostiles a la ciencia, que ha habido muchos malentendidos e interpretaciones equívocas por parte de ambos grupos y que ese encuentro había logrado en alguna instancia aminorarlos. Todos coinciden también en que el debate tiene obligatoriamente que subir de altura, ya que consideran que constituye una discusión importante y necesaria. Por último, reconocen que los Estudios de la Ciencia son

⁸⁵ Weinberg, S., 'Physics and History' en Labinger, J. A. y Collins, H. (eds.), *op. cit.*, pág. 116-127

interesantes y potencialmente útiles. El *modo* en que pueden ser útiles es en lo que no se ha encontrado mucho acuerdo.⁸⁶

El problema principal es que las posiciones realistas, si bien reconocen, como de hecho lo hacen, la importancia del lenguaje, la incidencia de factores sociales en la selección de programas de investigación o las luchas por el poder y el prestigio en la actividad científica, sostienen que en última instancia es la naturaleza quien determina el verdadero conocimiento. Y, aquí, es donde llega el punto donde el debate se detiene y la conversación con los constructivistas no puede continuar: lo que está en juego realmente es la suposición de que existe una naturaleza esencial que tiene la última palabra. En definitiva, que nuestra actividad cognoscitiva no puede sino estar supeditada a la naturaleza *esencial* del mundo. Esta concepción es la que hace que Sokal sostenga, por ejemplo, que ‘la validez objetiva de las teorías científicas reside en argumentos teóricos y empíricos’, como si este tipo de argumentos no tuvieran ningún tipo de discusión. Por lo tanto, al cuestionarse la naturaleza esencial del mundo se cuestiona también el tipo de pensamiento y actividad que puede acceder a esta.

El discurso de los relativistas o constructivistas, más allá de que se interesen por los juicios de los científicos (Bloor) o por la profesión de los científicos y su funcionamiento (Collins) o por los desplazamientos de las inscripciones (Latour), ha inaugurado una discusión que aspira a incluir todos los factores que interactúan a la hora de constituir el conocimiento científico. Desde esta perspectiva, las nociones de naturaleza y cultura o de naturaleza y sociedad entran en relación por medio de las prácticas, y al hacer esto se incluyen todo tipo de prácticas en la constitución del conocimiento. Las prácticas cognoscitivas, por tanto, deben ser explicadas por la naturaleza, ciertamente, pero también por factores sociales, culturales y por las prácticas experimentales y teóricas. El problema radica en que al incluir estas prácticas, la noción de naturaleza deja de ser lo que fue hasta hace muy poco: deja de ser un ente pasivo a la espera de ser descubierto y se transforma en parte integrante de un diálogo que constituye

⁸⁶ Labinger, J. A. y Collins H., *op.cit.*, págs. 296-301

el conocimiento científico. Como lo refleja J. Ordóñez al referirse al modo en que se concebía la naturaleza en el siglo XVIII, «lo natural era todavía una esperanza, y no un enigma o una amenaza, o algo que pertenece a un mundo perdido».⁸⁷

Quizás se deba compartir finalmente una de las conclusiones a las que ha llegado Latour después de todos estos años: que las cuestiones metodológicas están basadas en cuestiones metafísicas y que toda metafísica tiene en su seno un tema moral y político.⁸⁸

⁸⁷ Ordóñez, J., 'Sociedad industrial y pensamiento positivista' en *La filosofía del siglo XIX*, Editorial Trotta, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 2001, pág. 410

⁸⁸ Latour, B., 'For David Bloor...and Beyond: A Reply to David Bloor's 'Anti-Latour'', *op. cit.*

La filosofía, en el sentido corriente de la palabra, es un pensamiento efectivo sobre el lugar que tenemos los seres humanos en el mundo, con consecuencias en el modo en que vivimos nuestras vidas y nos ubicamos en la naturaleza. Para Hacking, tanto las creaciones internas, amadas por los especialistas, como los movimientos externos que contaminan nuestra cultura, son esenciales para un ambiente rico desde el punto de vista filosófico.⁸⁹

Con respecto a la naturaleza del hilo conductor de su obra —que en una primera aproximación pudiera ser vista como un tanto dispersa—, ha dicho que nunca ha sentido necesidad de ‘unificar’ su pensamiento. «[...] siento fuertes conexiones entre diferentes partes de mi obra. Aunque forman una red de conexiones más que un único tema subyacente.»⁹⁰

Ciertamente, su línea de pensamiento tiende unas redes temáticas que se conectan entre sí, aunque no siempre de forma muy clara. A los efectos de este capítulo, destacaré los puntos relacionados con dos temas fundamentales: el énfasis que ha dado a la práctica en general, y de manera particular a la práctica experimental, y el carácter histórico que pretende inaugurar en referencia a los discursos y las prácticas. La interacción de tales aspectos es clave para entender su obra, ya que Hacking puede considerarse como un post-kuhniiano, es decir, su pensamiento es una respuesta, en varios aspectos, a ciertos problemas planteados por Kuhn. Asume el giro histórico y sociológico señalado por este autor, y procura ofrecer respuestas para resolver la cuestión del cambio y el desarrollo de la ciencia, mediante el análisis concreto y efectivo de las prácticas experimentales. Como se intenta mostrar a lo largo de este trabajo, con estas propuestas de Hacking, el debate filosófico actual se nutre de otras perspectivas.

⁸⁹ ‘An Interview with Ian Hacking’, en *The Dualist*, vol. 6, abril, 1999, págs. 107-123

⁹⁰ Álvarez R., A., ‘Entrevista con Ian Hacking’ en *Cuaderno de Materiales*, n.º. 17, abril, 2002, Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid, pág. 56

1. ESTUDIOS SOBRE ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

Una primera red de ese entramado de conexiones está conformada por sus trabajos sobre probabilidad y estadística. Aquí encontramos *Logic of statistical inference* (1965), *The emergence of probability* (1975), *The taming of chance* (1990) y *An introduction to probability and inductive logic* (2001).⁹¹ Todos ellos son libros acerca de la filosofía y la historia de la probabilidad.⁹²

Logic of statistical inference (1975) constituye, según lo concibe Hacking, el primer examen sostenido de los fundamentos de la inferencia estadística realizado por un filósofo. En él trata de entender el actual horizonte estadístico de la ciencia por medio de un análisis filosófico aplicado al razonamiento probabilístico.

El surgimiento de la probabilidad y La domesticación del azar (según sus títulos en la versión española) son textos filosóficos que hacen uso de la historia, o más bien, del pasado. El primero es una arqueología, el segundo una genealogía.⁹³ Estas obras han estado impregnadas por el pensamiento de M. Foucault. Mientras que en el primer texto —fuertemente influido por *Las palabras y las cosas* (1973), escrito con grandes rupturas al estilo Bachelard, con abruptas discontinuidades— realiza un análisis que intenta mostrar cómo en la historia del concepto de probabilidad se fueron mezclando dos tipos de concepto de evidencia, el segundo establece, capítulo tras capítulo, que las burocracias, el crimen, el suicidio, etc. constituyen el material a partir del cual es posible construir un mundo probabilístico. Una vez hecho ese mundo, la física pudo entrar en el campo de las probabilidades; pero fue el pensamiento social el que allanó el camino. Dicho con sus palabras:

El azar fue domesticado por lo que sucedió en nuestro pensamiento acerca de asuntos humanos. Ahora me gustaría aclarar mi afirmación, siguiendo a

⁹¹ Libros traducidos al español: *El Surgimiento de la Probabilidad*, Gedisa, Barcelona, 1995 y *La Domesticación del Azar*, Gedisa, Barcelona, 1995

⁹² Álvarez R., A., *op. cit.*, pág. 53

⁹³ *Ibid.*

Peirce, de que vivimos en un ‘Universo de Azar’. Nuestro mundo, creemos, puede ser no-determinista, pero eso no quiere decir que vivamos en un mundo libre de causa y efecto, o acerca del cual no podamos tener certezas. Por usar una palabra anticuada, un término popular en el siglo XVIII, tenemos la certeza moral de un número enorme de cosas.⁹⁴

La física cuántica enseña que, en el fondo, nuestro mundo está totalmente gobernado por leyes probabilísticas. Este es un modo particular en el cual hemos llegado a creer en un ‘Universo de Azar’, pero, además podemos mostrar que en el mundo de los fenómenos de tamaño humano, muchas probabilidades convergen en cada uno de nosotros, y, así, podemos admitir que también vivimos en un mundo ‘moralmente’ determinista. En *La domesticación del azar* sigue discutiendo sobre estos asuntos, aunque es un texto más genealógico. En él se dedica a escudriñar el poder y el control afirmando que, en realidad, nada escapa a la probabilidad.

El tema de la probabilidad no lo ha abandonado nunca, como se constata en su última publicación *An introduction to probability and inductive logic*, «que es a la vez un libro de texto filosófico para estudiantes de licenciatura como [*sic*] mi opinión, elaborada a lo largo de toda una vida, sobre la estructura de estas ideas lógicas. Creo que los capítulos finales son una contribución importante al problema de la inducción.»⁹⁵

2. HISTORIA, CONOCIMIENTO Y LENGUAJE

En la época en que realiza sus trabajos sobre probabilidad escribe también *Why does language matter to philosophy?*.⁹⁶ Este libro está signado igualmente por la obra de Foucault: «Mis propias deudas con Foucault son grandes. En una serie de libros publicados en 1975 y posteriormente [...] he venido reconociendo con regularidad la

⁹⁴ ‘An Interview with Ian Hacking’, *op. cit.*, pág. 53

⁹⁵ *Ibid.*, pág. 56

⁹⁶ Hacking, I., *Why does Language Matter to Philosophy?*, Cambridge University Press, U.K., USA, Australia, 1975. En español: *¿Por qué el Lenguaje Importa a la Filosofía?*. Sudamericana, Buenos Aires, 1979

profunda influencia de ese maravilloso pensador sobre mi trabajo. Usé sus pensamientos pero no copié su vocabulario».⁹⁷

De este texto interesa resaltar tres aspectos importantes: primero, Hacking toma posición con respecto al lugar que debe otorgarse al lenguaje dentro de la filosofía; segundo, establece cómo concibe el conocimiento, señalando que este se caracteriza por el modo en que se ha tratado a través de la historia filosófica la relación entre el pensamiento, el lenguaje y la realidad; y tercero, hace notar el carácter marcadamente histórico del lenguaje y el conocimiento.

Hacking no desdeña la importancia del lenguaje para la filosofía; puede decirnos mucho sobre cómo miramos el mundo. Si revisamos épocas anteriores, veremos que todas las discusiones en torno al lenguaje estuvieron siempre dirigidas hacia problemas no lingüísticos, es decir, a problemas filosóficos tradicionales. Sólo recientemente la filosofía se ha dedicado a teorías del significado por sí mismas.⁹⁸

Gran parte del pensamiento del siglo XX ha estado sostenido por una filosofía del lenguaje centrada en el problema del significado. Los actuales filósofos analíticos consideran que, en definitiva, los autores del siglo XVII —con su posición epistemológica y metafísica— estudiaban, en realidad, problemas de teorías del significado. Hacking no comparte esta visión. Para él, aquellos autores trabajaban con algo estructuralmente similar a nuestros problemas, sólo que en aquel momento era algo privado, y ahora es algo público.

Los autores⁹⁹ que se han internado por los incómodos entresijos del lenguaje han desarrollado tesis donde la gramática, la lógica y una teoría del significado son elementos

⁹⁷ Álvarez R., A., 'Entrevista con Ian Hacking', *op. cit.*, pág. 55

⁹⁸ Hacking, I., *Why does Language Matter to Philosophy?*, *op. cit.*, pág. 2

⁹⁹ Hacking analiza específicamente la gramática profunda de Chomsky, el atomismo lógico de Russell, la forma lógica de las proposiciones en el *Tractatus* de Wittgenstein, el principio verificacionista de Ayer. Dedicó también una especial consideración a Frege, debido a que no sólo fue el que impuso la noción de

cruciales para abordar cualquier problema filosófico. Han estado tras la búsqueda de algunas claves fundamentales sobre la naturaleza humana, el mundo o la estructura de la realidad en el modo en que se conducen los significados, y en general, en la estructura del lenguaje.¹⁰⁰

Este camino emprendido ha originado que nos hayamos visto envueltos en las teorías de las teorías, y también que nos hayamos acercado a la filosofía de la ciencia. Tanto positivistas como antipositivistas continuaron bajo el arrobamiento del canto de sirena del lenguaje. No obstante, dos filósofos lograron aniquilar el problema del significado en la filosofía analítica: P. Feyerabend y D. Davidson. Quizás el papel más más pronunciado lo asume Feyerabend, quien afirma que no tiene sentido hablar del significado; el problema no es que haya una teoría equivocada de este, más bien es que debemos abandonarla, y en su lugar debemos volcarnos a contemplar las proposiciones a secas, sin significados. Feyerabend es tajante: el observador y su experimento no interactúan entre sí por medio de los significados; lo hacen con proposiciones que se emiten en determinados espacios y que significan, pero no porque nos dediquemos al análisis de esta significación. Hacking opina que Feyerabend encarna un positivismo renovador al concebir que no hay nada más allá del lenguaje, y coincide con su posición, por lo que propone que debemos centrarnos en la relación efectiva de las prácticas, las proposiciones y el mundo.

Con respecto a Davidson, aunque no concuerda con todos sus planteamientos, Hacking admite que sus reflexiones sobre el lenguaje han sido cruciales para que este haya adquirido el lugar que le corresponde. Por un lado, Davidson acepta que las proposiciones tengan un sentido de correspondencia, pero no en términos de corresponder con los hechos, sino por la forma en que nuestras palabras enganchan con el mundo. Por otro, señala que una teoría de la forma lógica de las proposiciones de la acción lleva a una teoría de la acción en sí misma. Hacking comparte, además, con

significado en los filósofos analíticos, sino que además se dedicó al problema de relacionar las ideas subjetivas de cada quien con el discurso público.

¹⁰⁰ Hacking, I., *Why does Language Matter to Philosophy?*, op. cit.

Davidson su afirmación en cuanto a que nuestro lenguaje demanda una irreductible categoría de eventos, más que una ontología de cosas con propiedades.¹⁰¹

Con estas reflexiones como marco referencial, Hacking examina la forma en que autores como Descartes, Locke, Berkeley, Hume, Leibniz y Kant, para nombrar sólo algunos pensadores, abordaron la relación entre la mente, el lenguaje y la realidad. Afirma que los elementos filosóficos fundamentales en las doctrinas del siglo XVII estaban determinados por la convicción de que había un lenguaje privado cuyo contenido eran las ideas. La mente tiene ideas que son su contenido objetivo e indudable. Las palabras eran la expresión visible de estas ideas, y el modelo del conocimiento se centraba básicamente en la percepción adecuada de tales ideas. De esta manera, una clase de objetos, las ideas, median entre el ego cartesiano y el mundo exterior. Las preguntas con respecto al conocimiento iban dirigidas principalmente a la cadena de ideas, es decir, al discurso mental. En lo que concierne a lo que se entendía por ‘realidad exterior’, esos autores se diferenciaban en cuanto al cómo se obtenían estas ideas, pero todos ellos procedían en un contexto conceptual más o menos similar.¹⁰²

Una idea es cualquier objeto que pueda ser contemplado por un ser pensante, sin ningún tipo de compromiso existencial, excepto con respecto al ser que la piensa. Esto es Descartes y la lógica de Port Royal. En este exótico sistema, las ideas son paradigmas de objetos. Locke asume una posición nominalista y realista. Berkeley, en cambio, es en este contexto un idealista, asigna existencia indudable sólo a las ideas. Leibniz juzga que algunas veces podemos acceder a la esencia verdadera de las cosas, aunque introduce el carácter histórico del discurso. Este hecho es de especial valor para Hacking, pues por

¹⁰¹ Hacking, I., *Why does Language Matter to Philosophy?*, op. cit., pág. 139

¹⁰² Kenny, A. (ed.), *Rationalism, Empiricism and Idealism*, Oxford University Press, Oxford, Nueva York, Toronto, 1986. Kenny sostiene que es un error creer que el racionalismo y el empirismo son dos corrientes de pensamiento absolutamente opuestas. Señala, por ejemplo, que el concepto de ‘idea’ en Locke está muy cercano a la posición de Descartes y que también encontramos muchos más puntos en común de lo que parece entre Leibniz y Hume. En definitiva, más allá de sus diferencias, están ubicados en un contexto común de discusión.

medio de él se introduce la posibilidad de ir logrando un conocimiento de las esencias en el tiempo, adjudicándole así una dimensión de futuro.

Por otra parte, Hacking señala la equivalencia establecida entre razonar acerca de las ideas y ver. Esto ha supuesto un profundo cambio con respecto a las actuales concepciones del conocimiento. Lo que ahora denominamos objeto ha sido dado vuelta; las ideas han adquirido un carácter subjetivo, dejando atrás el mundo de lo objetivo. Para Descartes y Malebranche ver con los ojos es percibir con la mente. A finales del siglo XVIII, nuestro actual concepto de ver reemplazó este tipo de percepción; los objetos se volvieron opacos, resistiendo la luz física más que admitiendo la luz mental. La percepción cartesiana es el modo activo del objeto de hacerse transparente a la mente. El ver de los positivistas es pasivo; los objetos no tienen luz, no se hacen ver por sí mismos, son objetos físicos impenetrables.¹⁰³

En este siglo tenemos una evolución del conocimiento mismo. Una de las tesis esenciales del texto *Why does language matter to philosophy?* es que ha cambiado nuestra manera concebir el conocimiento y eso nos diferencia de la concepción del lenguaje de los pensadores del siglo XVII. Al cambiar la relación entre el sujeto, las ideas, las palabras y el mundo, cambia obligatoriamente lo que entendemos por conocimiento. No obstante, la otra tesis importante sostenida en este libro es que, en el fondo, hay un paralelismo entre aquellos autores y el actual modo de concebir las cosas. Antes teníamos al ego con sus ideas, y lo importante era la cadena mental de estas ideas que posteriormente se relacionaban con el mundo; actualmente tenemos un sujeto cognoscente, un lenguaje y un mundo. Y Hacking asevera que en ninguno de estos dos mundos existe una teoría del significado. En el siglo XX encontramos un sujeto que conoce mediante proposiciones, las cuales son el objeto de la filosofía. Ahora bien, este aspecto paralelo no debe entenderse como una transición de las ideas a las proposiciones, sino como una transformación radical de nuestros modos de comprensión.

¹⁰³ Hacking, I., *Why does Language Matter to Philosophy?*, op. cit., pág. 29

Es el conocimiento en sí mismo lo que ha sido el motivo de este cambio; ya no es lo que solía ser en el siglo XVII. Al cambiar las relaciones entre el pensamiento, las palabras y el mundo, cambia necesariamente nuestra concepción de la naturaleza del conocimiento. El conocimiento ya no pertenece a individuos sino a corporaciones; es autónomo en términos de proposiciones, y estas participan en un discurso presente, de forma autónoma y anónima. El discurso deja de ser una herramienta de compartir experiencias, el intermediario entre el cognoscedor y el conocido. Será visto como aquello que constituye el conocimiento humano.¹⁰⁴

Asumir la historicidad del discurso y del conocimiento le impide a Hacking afirmar la existencia de una meta-razón que justifique las verdad o la objetividad de tal o cual escuela. Hay diferentes vías para razonar; algunas perduran y otras, no. El lenguaje es el modo que tenemos —el único— para reconocer la forma en que concebimos nuestro conocimiento.

3. INTERVENCIÓN EN LA CIENCIA EXPERIMENTAL

En las siguientes palabras, Hacking explica algunas de las motivaciones que lo llevaron a escribir el libro *Representar e Intervenir*, obra representativa de su posición filosófica en cuanto a la práctica experimental:

[...] una filosofía dominada por la teoría contra la que despotiqué en la segunda parte de *Representing and Intervening* [...] El verdadero tema del libro es el papel del experimento en la ciencia. Quería invertir la tradicional jerarquía de la teoría sobre el experimento. El realismo científico era un tema de moda en aquel momento. Resultaba conveniente colgárselo a un libro que nadie creía querer —la filosofía de la ciencia experimental, una especie de movimiento de ‘retorno a Francis Bacon’. Resultó que este libro abrió todo el campo de la filosofía e historia de la ciencia al pensamiento acerca del experimento. Digo resultó porque sin yo saberlo en aquel momento, otras personas brillantes y más jóvenes estaban

¹⁰⁴ Hacking, I., *Why does Language Matter to Philosophy?*, op. cit., pág. 187

escribiendo sus libros —Galison, Simon Schaffer, Steven Shapin, por ejemplo. Y también estaba el estudio ‘antropológico’ anterior, *La vida del laboratorio*, de Bruno Latour y Steve Woolgar, de los que no tuve siquiera conocimiento hasta más adelante.¹⁰⁵

Representar e Intervenir —sin ser en primera instancia una defensa del realismo— representa, antes que nada, un análisis crítico con respecto a la poca atención que tanto positivistas como antipositivistas les prestan a las prácticas experimentales. Está dirigido a la conformación de un pensamiento que se declara en rebeldía contra el imperio de la teoría que había subsistido en la filosofía y en la historia de la ciencia¹⁰⁶.

Con ciertas reservas, Alexandre Koyré y Hebert Butterfield prueban que estaban en lo cierto. La transformación de las ciencias clásicas durante la Revolución Científica es atribuible, con más exactitud, a nuevas maneras de contemplar fenómenos ya estudiados, que a un conjunto de descubrimientos experimentales imprevistos.¹⁰⁷

Hacking, que toma a Kuhn como base de gran parte de sus reflexiones, discrepa con él en lo que respecta a su idea de la ciencia y más específicamente, con su concepción de la práctica experimental. En la obra de Kuhn, el experimento, la experimentación y los fenómenos de la naturaleza en general, son contemplados desde una ciencia experimental que no deja de estar subsumida al reino de la teoría y el pensamiento. Aunque Kuhn alude en *World changes*¹⁰⁸ que apenas se estaba iniciando una serie de consideraciones importantes en cuanto a la práctica experimental, todas sus opiniones recogidas en ese trabajo indican que sigue estando muy reticente a verla de un modo diferente.

¹⁰⁵ Álvarez R., A., *op. cit.*, pág. 56

¹⁰⁶ El mismo Kuhn, por ejemplo, sostiene que podemos observar características cualitativas diferentes y novedosas en los movimientos experimentalistas del siglo XVII; sin embargo, a la hora de interpretar el fenómeno de la ciencia de ese siglo, Kuhn se coloca al lado de pensadores, para quienes la historia de la ciencia es un producto del pensamiento más que un producto de la experimentación y la intervención humana.

¹⁰⁷ Kuhn, T., ‘La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física’ en *La Tensión Esencial*, Fondo de Cultura Económica, México y Madrid, 1976, pág. 71

¹⁰⁸ Kuhn, T., ‘Afterwords’ en Horwich, P. (ed.), *World Changes*, The MIT Press, Cambridge y Londres, 1993

Representar e intervenir también marca el inicio de la reflexión de Hacking sobre la intervención humana y su relación con la práctica experimental. «Los filósofos de la ciencia constantemente discuten sobre teorías y sobre la representación de la realidad, pero no dicen casi nada acerca de los experimentos, la tecnología o el uso del conocimiento para la modificación del mundo».¹⁰⁹ Este comportamiento causa extrañeza en Hacking, ya que, acota, desde Bacon el experimento fue declarado oficialmente el camino real hacia el conocimiento y, además, los académicos fueron desdeñados porque argumentaban a partir de los libros en lugar de observar el mundo que los rodeaba. Recuerda que Bacon enseñaba que no sólo deberíamos observar la naturaleza en vivo, también deberíamos ‘torcerle la cola al león’, esto es, manipular nuestro mundo para aprender sus secretos.¹¹⁰

Se puede ubicar una primera etapa del pensamiento de Hacking a partir de esta obra, al comienzo de la década de los ochenta. La entenderé como el inicio de su cuestionamiento a la manera en que la filosofía ha abordado la ciencia, específicamente la relación entre la teoría y el experimento. Sustancialmente, su pensamiento continúa con este tipo de conexiones e intereses hasta la fecha, aunque en la década de los noventa ha matizado sus primeras tesis.

Los filósofos de la ciencia se pueden dividir en dos grupos, según los temas de su interés. Un grupo está conformado por aquellos que se dedican más a problemas de la racionalidad, que podemos llamar, en líneas generales, problemas de carácter epistemológico. El otro, por aquellos que, como Hacking, trabajan con los problemas en torno a la realidad, es decir, los problemas metafísicos: «¿Qué es el mundo? ¿Qué clases de cosas hay en él? ¿Qué es verdadero acerca de estas cosas? [...] Estas son preguntas acerca de la realidad. Son preguntas metafísicas. En este libro se emplean para organizar mis temas introductorios a la filosofía de la ciencia».¹¹¹

¹⁰⁹ Hacking, I. *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 177

¹¹⁰ *Ibíd.*, pág. 178

¹¹¹ *Ibíd.*, pág. 43

En consonancia con su posición historicista, le asigna un lugar importante a la historia de la ciencia; ella es la que nos puede mostrar lo que ha hecho la ciencia y cómo lo ha hecho. Se puede ser historicista con respecto al conocimiento de varias maneras. Una es asumiendo el conocimiento como historia de las ideas (aquí se ubican todas las polémicas de realismo y anti-realismo); en esta dirección, el énfasis está dado a la actividad de representar. Otro enfoque es ver la historia del conocimiento como la historia de lo que hemos hecho, de lo que hacemos, más de lo que pensamos, y aquí se acentúa la dimensión de la intervención.

La historia de la ciencia ha tenido como objetivos básicos la teoría, por un lado, y el experimento y la tecnología, por otro. Como se ha expuesto, para Hacking la relación de ambos objetivos, aunque íntima, ha estado signada por un excesivo acento en la representación y en la teoría, lo que generó se dejaran fuera de consideración aspectos de la ciencia experimental, como las prácticas con que intervenimos en el mundo, y los instrumentos y artefactos de la ciencia del siglo XX. La interesante vida propia de estas prácticas ha sido, pues, ignorada por la filosofía de la ciencia.

Hacking procura indagar sobre la manera en que la intervención conduce en mayor o menor medida a una transformación y a una creación del mundo. La actividad experimental ha sido vista de un modo pasivo y debe comenzar a vérsela, en primer lugar, como una acción. El trabajo experimental no es solamente preparar el experimento, diseñar y construir aparatos; también lo es manipular entidades y crear fenómenos. Vista desde esta modalidad, la experimentación se puede descomponer en habilidades, valores, actos genuinos de creación, que tienen muchas veces un cierto carácter autónomo.

Este carácter autónomo del quehacer científico es lo que lo lleva a afirmar que no existe la unidad en la ciencia; por lo menos no existe cuando miramos cómo efectivamente se ha producido el conocimiento científico. La unidad de la ciencia puede constituir un ideal regulativo, pero Hacking duda mucho de que esto pueda cristalizarse. La pluralidad y diversidad que de hecho muestra la actividad científica es tan grande, que

es muy difícil que se pueda obtener una unidad como a la que aspiran, por ejemplo, muchos físicos.¹¹² Lo que sí es una certeza para Hacking es que cuestionar la óptica de la representación y asumir la importancia del quehacer en tanto transformación y creación, permite que se puedan reconsiderar todos los problemas en la filosofía de la ciencia.

Como preámbulo para la conformación de sus tesis sobre la intervención, Hacking revisa algunos aspectos de la filosofía de la ciencia tradicional: la relación entre teoría y experimento, el concepto de observación, el tema de los instrumentos o aparatos y la creación de fenómenos.

3.1. TEORÍA Y EXPERIMENTO

En primera instancia, critica esa manera simplista y monolítica de cómo se ha planteado la noción de experimento, según la cual pareciera que todo experimento se realizara de un modo homogéneo y, además, de antemano completamente determinado por la teoría. Se niega a admitir que el experimento pueda ser encasillado como aquello que confirma o refuta teorías, y propone entonces distinguir cuatro tipos de modalidades para dar cuenta de la compleja relación entre teoría y experimento¹¹³. Para los efectos de su explicación las hace acompañar de casos ilustrativos.

Un primer modo resalta el papel de las observaciones. Utiliza el ejemplo de E. Bartholin (1625-1698): este investigador examinó algunos cristales de Islandia —el espato de Islandia es fundamental para la historia de la óptica porque produce luz polarizada— que presentaban una doble refracción de la luz; de la observación concluyó que, además del rayo ordinario, existía otro tipo de rayo, al que denominó extraordinario. Este fenómeno fue luego entendido vagamente por Huygens, y posteriormente por

¹¹² Hacking, I., 'The Disunities of the Sciences' en Galison, P. y Stump, D. J. (eds.), *The Disunity of Science*, Stanford University Press, Stanford, 1996

¹¹³ Con el físico F. Everitt analizó más de cuatrocientos experimentos. «Mi interés en el experimento se desarrolló en una conversación con Francis Everitt, del Laboratorio de Física de Hanson, en Stanford. Escribimos juntos un trabajo largo “Qué viene primero, la teoría o el experimento?” [...] (Everitt dirigió el

Fresnel, el fundador de la teoría ondulatoria de la luz. La polarización nos lleva hacia un entendimiento teórico de lo que es la luz. Al final, Th. Young en 1802 logra dar una explicación cuantitativa de la dispersión de la luz.

Por supuesto que Bartholin, Grimaldi, Hooke y Newton no eran empiristas insensatos sin ninguna idea en la cabeza. Ellos vieron lo que vieron porque eran curiosos, inquisitivos, gente reflexiva. Estaban tratando de formar teorías. Pero en todos estos casos está claro que las observaciones precedieron a cualquier formulación teórica.¹¹⁴

Hacking quiere dejar claro con esta modalidad que no es conjunta la forma como se interrelacionan las observaciones y la teoría. Tanto las observaciones como los experimentos tienen una historia, y también la tienen los diferentes modelos teóricos. Opina que gran parte de la responsabilidad de que veamos a la historia de la ciencia como un bloque se debe a los libros de textos, al tipo de educación que reciben científicos e historiadores; fenómeno, por cierto, señalado muy acertadamente por Kuhn.

Un segundo modo caracteriza la relación entre teoría y experimento en función de intereses de carácter práctico. La historia de la termodinámica es un ejemplo de ello: es una historia de invenciones prácticas que siguieron su propio ritmo, y gradualmente se derivó la teoría. El paradigma que la identifica es la máquina a vapor.

Así, la palabra ‘termodinámica’ nos recuerda que esta ciencia surgió del análisis profundo de una sucesión notable de invenciones. El desarrollo de esa tecnología requirió una gran cantidad de ‘experimento’, pero no en el sentido de contrastación popperiana de teorías, ni en el sentido de la inducción de Davy. Los experimentos eran intentos imaginativos requeridos para la perfección de la tecnología que se encuentra en el centro de la revolución industrial.¹¹⁵

proyecto *gyro*, que pronto pondrá a prueba la teoría general de la relatividad estudiando un giroscopio en un satélite...»). Hacking, I., *op. cit.*, pág. 7

¹¹⁴ Hacking, I., *Representar e intervenir*, *op. cit.*, pág. 184

¹¹⁵ *Op. cit.*, pág. 192. Con respecto a esta temática de la relación de los instrumentos con la revolución industrial ver Alberto, E., Ordóñez, J. y Columbi, M. (comps.), *Después de Newton: ciencia y sociedad durante la Primera Revolución Industrial*, Anthropos, Barcelona, 1998

Un tercer modo se refiere a la existencia de un sinnúmero de leyes experimentales en espera de teoría. Hacking recuerda lo que planteaban en 1936, N. F. Mott y H. Jones en cuanto a la pertinencia de que una teoría de la conductividad metálica explicara una serie de leyes experimentales que se tenían desde 1853. Estos autores indicaban que la teoría de la conductividad basada en la mecánica cuántica había permitido, por lo menos, un entendimiento cualitativo de los resultados que se encontraban bajo la etiqueta de leyes fenomenológicas.

Desde esta modalidad, Hacking hace notar que la teoría puede advenir mucho más tarde que los datos experimentales. Podemos seguir obteniendo conocimiento del mundo, un conocimiento experimental y práctico, sin que hayamos obtenido una comprensión teórica articulada. La diferencia de este caso con los de la óptica y la termodinámica es que la teoría no provino directamente de los datos, sino de ideas mucho más generales acerca de la estructura atómica. La mecánica cuántica fue, a la vez, el estímulo y la solución.

Un cuarto modo trata de acoger lo que denomina los ‘encuentros felices’ de teorías y experimentos provenientes de diferentes direcciones. Aquí se vale del ejemplo de la estática en la radio transatlántica. Unos investigadores comenzaron a estudiar este fenómeno que indicaba que todo el espacio tenía pequeñas cantidades de energía. No creyeron que esto fuera posible y que todo el espacio tuviera una temperatura de 4° K. Por otro lado, otros teóricos sugerían que si el universo se había originado en una gran explosión, debería haber una temperatura uniforme en todo el espacio, que sería la temperatura residual de la explosión primera. También señalaban que podía ser determinada en forma de radio. Se unieron ambas investigaciones y fue la primera razón verdaderamente convincente para creer en la actual teoría del *Big-Bang*.

Con estos diferentes modos, Hacking procura hacer entender que cada ciencia tiene su propia y diversa trayectoria; que dentro de una misma ciencia la interacción entre experimento y teoría puede darse de diferentes maneras. A partir de estas reflexiones,

inicia el esbozo de una idea general, según la cual la filosofía de la ciencia debe comenzar por realizar un estudio para establecer cómo se ha presentado esa relación en cada ciencia particular. Así la filosofía de la ciencia perderá su carácter general y pasará a ser una filosofía de la ciencia particular.

En cuanto a la otra parte del binomio, la teoría, Hacking encuentra igualmente la misma diversidad en su naturaleza, en su vida propia. De tal manera que configura no ya dos, sino tres tipos de actividades tradicionales en la ciencia, a saber: especular, calcular y experimentar. Cada una de estas instancias tiene una gran cantidad de productos, procesos e historias.

La teoría no obedece a una elaboración dada de antemano. Muchas veces comienza con lo que Hacking llama especulación, apenas conectada con el mundo. A veces no se sabe cómo ponerlas a prueba; otras, aunque se supiera, se necesitaría de una nueva tecnología para poder realizar el experimento. Si se admite que la especulación busca una estructura cualitativa para algún cierto dominio y que la experimentación tiene vida propia, la pregunta es ¿cómo se relacionan?. Y la respuesta será que lo hacemos por medio del cálculo. Los calculadores construyen el puente semántico necesario entre la teoría y la experimentación. Estas tres actividades no están separadas y seguramente se traslapan, mas, contemplarlas separadamente es un buen modo de considerar el funcionamiento de la ciencia con sus avatares.

3.2. OBSERVACIÓN E INSTRUMENTOS

Otra dimensión de la ciencia que Hacking somete a análisis es el concepto de observación. Y en este tema conviene precisar algunos aspectos. Por una parte, rechaza la propuesta de Quine —que sugiere que no hablemos de las cosas sino del modo en que hablamos de las cosas, proponiendo que se hable de enunciados observacionales—, puesto que afirma que la interacción entre observación y mundo es sumamente compleja y no se puede resolver a través de instancias semánticas. Ya se ha señalado que no es

mediante una filosofía del lenguaje como se resolverán los problemas de la práctica experimental, debido a que esta apunta a una interacción material con el mundo, en donde ‘analizar enunciados’ no sería suficiente para dar cuenta de esta actividad.

Por otra parte, Hacking se enfrenta a la posición mantenida por Kuhn, Hanson, Lakatos y Feyerabend, quienes sostienen sin más que todo enunciado observacional tiene carga teórica o que, en última instancia, todos los objetos que existen en el mundo científico son los determinados por la teoría. Evidentemente, tal presunción está en contrapartida con asumir que la experimentación tiene vida propia, que es capaz de crear fenómenos nuevos y sorprendentes para los cuales no hay ninguna teoría determinada. El hecho de que toda acción se realice, de alguna forma, según una descripción y en un contexto, no equivale a concluir, sin más, que la observación depende de la teoría. Es debido a este tipo de consideraciones que Hacking no puede admitir afirmaciones como las de Feyerabend, cuando dice que las proposiciones fácticas, los informes observacionales y los resultados experimentales se encuentran cargados de teoría, como si un informe, un resultado experimental y una proposición fueran lo mismo¹¹⁶.

Parte de las tesis de Hacking sobre la observación se confronta con la forma en que la concibe la filosofía positivista. Y es que la observación, o la evidencia empírica, ha estado más condicionada por un pensamiento idealista y lógico que por un pensamiento pragmático. En el marco de la discusión desarrollada en la década de los ochenta en cuanto a la existencia o realidad de las entidades teóricas —que dio lugar al debate del realismo y el anti-realismo—, se ubica el problema de la observación en relación con la percepción o la visibilidad de las entidades, sean teóricas o no. Hacking concuerda con Maxwell en que la visibilidad no tiene por qué ser la base de una ontología. La capacidad de ser observable no es una manera satisfactoria de distinguir objetos que son reales de los que no lo son.

¹¹⁶ En el siguiente capítulo se podrá observar con la historia de la cámara de Wilson, cómo los informes observacionales constituyeron una prueba bastante decisiva en cuanto a la carga eléctrica de los iones, sin embargo, el proceso experimental, desde el comienzo y la planificación hasta su publicación, duró más de diez años.

En este sentido, se apoya también en D. Shapere: «x se observa directamente si 1) la información se recibe por medio de un receptor apropiado y 2) esa información se transmite directamente, i.e. sin interferencia al receptor del ente x (que es la fuente de la información)». ¹¹⁷ La observación no tiene que ser directa ni puede serlo en términos de observable mediante la percepción. Se instala así la necesidad de conformar una ontología que se encuentre conforme con el nivel de la actual praxis científica. Se trata de admitir, en este momento, que los físicos dicen cosas como ‘de esos fermiones, sólo el *quark t* no ha sido visto’ y que tal manera de hablar, de hacer y de pensar no se omita.

Pero, más allá de una confrontación con la filosofía positivista, estas reflexiones pretenden repensar el problema de la relación entre observación y realidad en los actuales momentos de la ciencia. Al respecto, Hacking introduce el tema de la observación en tanto una actividad y una habilidad específica de los experimentadores. El buen observador o el buen experimentador en la ciencia experimental se da cuenta de sutilezas instructivas o inesperadas; detecta problemas en los aparatos, lo que le permite, muchas veces, reajustarlos y volver a considerar el fenómeno. En esta práctica existen enunciados o modos de concebir los problemas que son pre-teóricos y que generalmente no aparecen en los anales de la ciencia. Hay que reconocer, además, un saber técnico-práctico de la observación, que es desde el inicio una actividad y no una mera actitud pasiva, pero también es hora de admitir que esa interacción de los observadores con los instrumentos no es nunca detallada ni contada en el levantamiento de un informe experimental. A esto se le suma que este hacer no es siempre una dimensión consciente y cognitiva por parte de quien lo practica. Estas consideraciones serán discutidas más ampliamente en otro apartado.

Para ilustrar las sutilezas y complejidades que supone el conocimiento en la práctica experimental, Hacking hace referencia a las relaciones entre las observaciones del astrónomo Herschel, el constructor del más grande telescopio de su tiempo, y el calor

¹¹⁷ Hacking, I., *op. cit.*, pág. 211

radiante. En 1800, Herschel realizó un experimento que significó el comienzo de lo que posteriormente sería la propuesta correcta acerca del calor radiante.

Había usado filtros coloreados en uno de sus telescopios. Notó que los filtros de colores diferentes transmiten calidades diferentes de calor: ‘Cuando utilizaba algunos de ellos tenía una sensación de calor, aunque tenía poca luz, mientras que otros me daban mucha luz con una sensación mínima de calor.’ No vamos a encontrar un informe observacional mejor que este en toda la ciencia de la física. Una filosofía de la ciencia experimental no puede permitir que una filosofía dominada por la teoría considere sospechoso el concepto mismo de observación.¹¹⁸

Otro asunto fundamental que Hacking examina es el papel que desempeñan los aparatos en la práctica científica. La observación es una actividad que se lleva a cabo en espacios altamente desarrollados como los laboratorios y con una serie de aparatos e instrumentos, que también cuentan con toda una historia teórica y práctica. Las cosas que ‘se ven’ en la ciencia del siglo XX muy pocas veces pueden verse directamente con nuestros ojos. De aquí que la reflexión filosófica en torno a la observación o a la percepción no puede obviar la existencia de aparatos, sin los cuales no realizaríamos la mayor parte de la ciencia en la actualidad. Tomar en cuenta los instrumentos genera a su vez una necesaria revisión de todos los conceptos tradicionales, entre otros, el de la ciencia misma, al punto de que son muchos los autores que hablan de tecnociencia. En la década de los noventa, el mismo Hacking proponía no hacer la distinción entre ciencia pura y tecnología, sino hablar simplemente de tecnociencia.¹¹⁹

Pero no hay que llamarse a engaño: demandar una reflexión sobre los aparatos y la tecnología no debe hacernos suponer que el pensamiento de Hacking trata de una filosofía de la tecnología en general. Más bien constituye, en principio, un llamado de atención acerca de la importancia que han tenido los instrumentos en la historia de la ciencia y la necesidad de que la filosofía no los siga apartando de los temas que merecen su consideración.

¹¹⁸ Hacking, I., *op. cit.*, pág. 205

¹¹⁹ Hacking, I., ‘Disunified Sciences’ en Elvee, R. Q. (ed.), *The End of Science? Attack and Defense*, University Press of America, Laham, 1992

En definitiva, los instrumentos nos han obligado a alejarnos de esa visión de la ciencia y de la actividad científica emparentada con lo que Dewey denomina ‘la teoría del conocimiento del espectador’, y han ayudado a que comencemos a reflexionar desde una perspectiva más pragmática que reconoce el papel activo de la intervención humana en la actividad científica.

3.3. CREACIÓN DE FENÓMENOS

Una de las funciones de los experimentos se desprecia tanto que ni siquiera le hemos dado un nombre. Yo la llamo la creación de fenómenos. Tradicionalmente se dice que los científicos explican los fenómenos que descubren en la naturaleza. Yo sostengo que comúnmente los científicos crean los fenómenos que posteriormente se convierten en las piezas centrales de la teoría.¹²⁰

Los físicos utilizan la palabra fenomenología de una forma muy distinta al que le dan los filósofos. Un fenómeno es, por lo general, un suceso o proceso de un cierto tipo que ocurre regularmente en circunstancias definidas. La palabra puede también denotar un suceso único al que le asignamos una importancia especial. Hacking lo entiende así: «un fenómeno para mí, es algo público, regular, posiblemente en forma de ley, pero tal vez excepcional».¹²¹ Esto es, lo asume en un sentido más próximo al ámbito de la física. Así, un fenómeno puede significar algo excepcional, que en principio no entendemos o no nos explicamos; algo que no está contemplado dentro de nuestros conocimientos teóricos y prácticos admisibles hasta los momentos. Igualmente, puede aludir a una serie de hechos o sucesos que se encuentran ya organizados en forma de ley.

En la historia y la filosofía de la ciencia se ha hablado de ‘salvar los fenómenos’. Esto implica producir un sistema de cálculo que encaje con las regularidades. Bacon desprecia esta actitud, pero van Fraassen y Duhem la rescatan.

¹²⁰ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 249

¹²¹ *Ibíd.*, pág. 251

Tales autores nos enseñan que una teoría nos proporciona un formalismo para darle cierto orden a los fenómenos, pero la teoría, en tanto se extiende más allá de los fenómenos no es ninguna indicación de una realidad subyacente. Dan por sentado que los fenómenos son descubrimientos del observador y del experimentador. ¿Cómo puedo decir, entonces, que una función principal del experimento es la creación de fenómenos?. ¿Estoy proponiendo algún tipo de idealismo último en el que *hacemos* los fenómenos que incluso Duhem toma como ‘datos’?. Por el contrario, la creación de los fenómenos favorece en gran medida un realismo científico fuerte.¹²²

El sintagma ‘creación de fenómenos’ produce mucha desconfianza en filósofos y científicos. Es una controvertida combinación de términos que Hacking introduce con el primer propósito de recalcar la actividad productiva de la ciencia experimental realizada en los laboratorios. En el ámbito de la física, ‘fenómeno’ es un término bastante admisible, mas no ocurre lo mismo con ‘creación’, el cual suscita inmediatamente sospechas de idealismo, de relativismo, de construccionismo social,¹²³ etc.

Ahora bien, cuando los físicos encuentran un fenómeno lo denominan ‘efecto’, y así tenemos el efecto Faraday, el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton, el efecto Zeeman, etc.

Los fenómenos y los efectos son cosas del mismo tipo: regularidades valiosas discernibles. Las palabras ‘fenómenos’ y ‘efecto’ pueden servir muchas veces como sinónimos, pero apuntan en direcciones opuestas. Los fenómenos nos recuerdan, en ese semiconsiente depósito del lenguaje, sucesos que pueden ser registrados por el observador bien dotado que no interviene en el mundo, pero que mira las estrellas. Los efectos nos recuerdan a los grandes experimentadores que le han dado su nombre a los efectos: los hombres y las mujeres, los Compton y Curie, que intervinieron en el curso de la naturaleza, para crear regularidades que, por lo menos al principio, pueden considerarse regulares (o anómalas) sólo en contraste con la teoría.¹²⁴

¹²² Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 249

¹²³ Aunque Hacking no pretende acentuar el énfasis a la terminología, propone distinguir: ‘constructivismo’ para las matemáticas, ‘construccionismo’ para los proyectos filosóficos que van desde Russell hasta Goodman y Quine, y ‘construccionismo social’ para lo que normalmente se entiende por constructivismo social.

¹²⁴ *Op. cit.*, pág. 254

Esta es una de las tesis más polémicas de Hacking, y a la cual se le ha dedicado en este trabajo un lugar prominente. Lo que está esencialmente en discusión es ¿qué es un efecto o un fenómeno producido en la práctica experimental?. Ante esta interrogante debería surgir una respuesta de carácter ontológico, que apunte hacia qué tipo de evento, objeto, fenómeno, se manifiesta a partir de una práctica, y una respuesta que pudiéramos llamar, en principio, epistemológica, que dé cuenta del modo en que se relaciona el efecto producido en tanto un argumento experimental válido para la teoría.

Mediante estas consideraciones, Hacking expresa su rechazo al predominio de la visión teórica del mundo y de la naturaleza, en la que el pensamiento elabora y constituye el mundo a partir de lo ‘dado’ por la experiencia (visión positivista), o donde la creación de una teoría produce cambios en todos los demás ámbitos, y en consecuencia, no sólo cambian las teorías, sino también el mundo en el que viven los científicos (anti-positivistas).

Su reto, en cuanto a las ciencias experimentales, consiste en apoyarse en una intervención creativa y transformadora, admitiendo a la vez la existencia de un mundo real, de una naturaleza que hacemos emerger mediante esa intervención para obtener su regularidad. Posteriormente, Hacking modificó su terminología en este aspecto, y encontró en el verbo ‘re-hacer’ un término más apropiado. De cualquier forma, ya desde aquí se inicia una concepción no esencialista del mundo y del pensamiento.

4. ‘INVENTAR / CONSTRUIR GENTE’ Y SU RELACIÓN CON EL CONSTRUCCIONISMO SOCIAL

Aproximadamente a partir de la década de los noventa, quizás un poco antes, Hacking comienza a hilvanar esta red que está dirigida a reflexionar sobre la clasificación de personas, en general, y de forma específica, sobre las prácticas clasificatorias de las enfermedades mentales. Llama a esta temática ‘inventar o construir personas’. Al respecto, ha escrito dos libros sobre las enfermedades mentales y ha intentado dar cuenta

del modo en que la enfermedad surge con el diagnóstico o, dicho de otra manera, cómo la clasificación y la enfermedad advienen a la vez. En *Rewriting the soul* (1995) realiza un análisis de la ‘personalidad múltiple’ —a veces denominada esquizofrenia— e intenta mostrar cómo adviene una nueva clase de persona, en este caso, el esquizofrénico. Básicamente busca conocer cómo los seres humanos interactuamos con el conocimiento que tenemos de nosotros mismos. Estudia la simultaneidad que engloba a la enfermedad mental, el diagnóstico y el tratamiento. Su inquietud en este campo parte del hecho de que en más de dos siglos ha habido diferentes formas de clasificar, distintas maneras de diagnosticar y, a la vez, diferentes tipos de conducta en la enfermedad mental.

Otro texto sobre enfermedades mentales transitorias es *Mad travelers* (1998), donde refiere el extraño caso de un trotamundos que desencadena una epidemia de viajes locos en la Francia del siglo XIX. Aparte de estos textos, ha escrito numerosos artículos que estudian el abuso sexual de niños, el embarazo en adolescentes y las concepciones de genio y criminal. Todos ellos están motivados por la necesidad de comprender la construcción de personas y la relación existente entre ellas y sus clasificaciones desde las prácticas y discursos sociales.

Si con los fenómenos de la naturaleza debemos admitir que no son una pura creación, por cuanto ella impone condiciones, con los fenómenos humanos o con los modos de ser de las personas, hay en las prácticas y sus respectivos esquemas de clasificar una posibilidad de creación más grande; sus efectos producen mayores consecuencias, toda vez que determinan las maneras de sentir, de vivir y de comportarse de las personas. Así lo explica:

*Faconner les gens*¹²⁵ es de hecho un intento por expresar en francés no ‘Hacer gente’ (Making People) sino Inventar/construir gente (Making up people). Este es uno de los proyectos en los que llevo veinte años trabajando... El curso es en parte teórico y también da un número de ejemplos de clases de personas. Por encima de todo, me interesa: (i) cómo

¹²⁵ Así se denomina el penúltimo curso que ha dado Hacking en el Collège de France durante el periodo 2001-2002.

nuevas clasificaciones de personas crean nuevas posibilidades de elección y de acción, de quién o qué es uno y qué puede uno hacer; (ii) lo que las nuevas clasificaciones les hacen a las personas clasificadas, y como también cambian por ser así clasificadas; (iii) cómo esos mismos cambios en las personas cambian nuestras teorías de las clasificaciones. Esto es lo que llamo un efecto de bucle.¹²⁶

Está claro que para Hacking los modos en que clasificamos a las personas en general definen las posibilidades de ser de un determinado tipo. Es decir, la clasificación produce efectos en las personas (ser una ‘mujer refugiada’ hace que determinadas mujeres se comporten de una manera para ser o no clasificadas como tal). Por otra parte, y esto es lo más interesante o novedoso de su propuesta, no sólo la clasificación produce efectos reales e importantes en las personas, sino que también las personas logran mediante sus comportamientos y prácticas cambios en las prácticas clasificatorias. A esto se refiere cuando habla de ‘efecto bucle’, que será la base de lo que luego denominará ‘clases interactivas’.

Los conceptos, las prácticas y las personas interactúan entre sí. Tal interacción es a menudo el verdadero objetivo del discurso de la construcción social. Mi plan inicial de estudiar el abuso infantil fue motivado en gran medida por un intento de comprender este tipo de interacción, que se remonta directamente a mi proyecto de ‘formar personas’.¹²⁷

Como se infiere, este será uno de los puntos de intersección con los construccionistas sociales. En *¿La construcción social de qué?* (2001) alude explícitamente a esta temática, y presenta una serie de textos en los que analiza el discurso de la construcción social.

Los estudios de la ciencia, la sociología del conocimiento científico, los estudios de ciencia y tecnología: aquí es donde han estado ocurriendo las cosas más interesantes en la filosofía de la ciencia desde hace unos años. No pretendo minimizar los estudios especializados de la mecánica cuántica, espacio y tiempo, biología sistemática o neurofilosofía, ni cuestiones de

¹²⁶ Álvarez R., A., ‘Entrevista con Ian Hacking’, *op. cit.*, pág. 56

¹²⁷ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, *op. cit.*, pág. 60

causa y efecto, teoría y experimento, probabilidad e inducción y tantas otras. Pero si preguntamos qué es lo que ha tenido durante los últimos años en la república de las letras el papel revitalizador de un Thomas Kuhn, o un Karl Popper, o un John Stuart Mill, o un Francis Bacon, la respuesta debe ser los estudios de la ciencia.¹²⁸

Hacking encuentra puntos en común con estos autores; estima que han pensado con detenimiento en la relación de las prácticas humanas con la construcción de diferentes tipos de entidades.

Por lo tanto, por *construccionismo* (o construccionismo social, si en alguna ocasión necesitamos enfatizar lo social) me referiré a los diversos proyectos sociológicos, históricos, filosóficos que pretenden revelar o analizar las interacciones sociales o los itinerarios causales de hecho e históricamente situados, que llevaron a, o estuvieron involucrados en, el nacimiento o consolidación de alguna entidad o hecho hoy existente.¹²⁹

Hacking ha aclarado en varias oportunidades que el discurso de la construcción social no le parece útil en tanto discurso (aunque lo valora en su dimensión crítica), y que no elegiría sus términos. Sin embargo, concede que ha usado este vocabulario porque muchos de los estudios sobre psicopatologías, niños, adolescentes, mujeres refugiadas, etc. utilizan este discurso para criticar las prácticas. En síntesis, Hacking no le encuentra sentido hablar de construcción social cuando con esta terminología sólo queremos decir que tiene una dimensión social, lo cual resulta evidente, y sí habrá de rescatarse cuando se pretenda establecer que las prácticas no son incuestionables.

Sin embargo, cabe atender a ciertas diferencias. Es obvio, por ejemplo, que si hablamos de mujer refugiada o de niño televidente, estamos refiriéndonos a personas o a clasificaciones que se han elaborado a partir de un entorno social. Con respecto a las enfermedades mentales ya no es tan claro, si tomamos en cuenta importantes investigaciones que las consideran desde un plano estrictamente biológico, neurológico o genético, en oposición a las que la asumen como una enfermedad social.

¹²⁸ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 305

¹²⁹ *Ibíd.*, pág. 89

Por último, relaciona la dimensión o construcción social con la naturaleza o el mundo, y es aquí donde realmente se ubica ‘las guerras de la ciencia’. Estas combinan la metafísica irreverente y la rabia contra la razón, por una parte, y la metafísica científica y una fe en la razón, por otra.¹³⁰ Es decir, para Hacking de un lado están aquellos que creen en la esencia del mundo y en la posibilidad de la razón de acceder a él, lo cual constituye una visión de la Razón Ilustrada; de otro, se encuentran los que desconfían de una metafísica esencialista, a lo que añaden un resquemor contra el estatuto de poder cognoscitivo y práctico que ha poseído la ciencia. Infiere entonces que el término ‘construcción social’ ha cumplido en las últimas décadas dos funciones: una de carácter liberador en la medida en que ha llamado la atención sobre la existencia de variables sociales dentro de la praxis científica, y otra que sido más bien negativa y que ha provocado que este término se haya vuelto una metáfora muerta¹³¹.

En su dimensión liberadora, los llamados construccionistas sociales han propiciado una toma de conciencia que se ha hecho efectiva por medio de lo que Mannheim denomina ‘desenmascaramiento’. Para este autor, derrotar una idea no es nunca mostrar su falsedad, sino mostrar la función extrateórica que cumple, esto es, destruir su efectividad práctica. De modo que hablar de construcción social socava la autoridad del conocimiento y la categorización. Ha supuesto un desafío a la asunción complaciente de la inevitabilidad de lo que hemos descubierto o de nuestra actual forma de hacer las cosas, y no por medio de una refutación argumentativa o proponiendo otro tipo de propuestas alternativas, sino mostrando con la práctica lo que se oculta detrás de ella. Así, dejan de parecernos inevitables determinados tipos de personas: los sin techo, el autista, el criminal, el genio, la mujer refugiada, el niño televidente, etc., pero también el modo mismo en que los hemos categorizado o clasificado.

¹³⁰ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 108

¹³¹ Muchos filósofos y científicos se han adherido al construccionismo social abusando de este término y evitando, de este modo, su cuestionamiento a la posición privilegiada que la ciencia ha ocupado. En esta posición se agrupan algunos autores que esconden una serie de emociones que no competen a la discusión

En este punto Hacking se muestra más de acuerdo con el discurso de los construccionistas, porque le reconoce que tienen algo que decir sobre las prácticas sociales y las clasificaciones que hacemos de ellas, de cómo vivimos y cómo clasificamos a las personas. Piensa que este discurso comporta consecuencias éticas, en tanto implican la responsabilidad por parte de quienes clasifican y del modo en que lo hacen.

No obstante, Hacking busca un discurso que trascienda los límites hasta ahora convenidos del construccionismo. Uno que dé cuenta de lo que él juzga el verdadero problema. Tomemos el caso del niño televidente. Desde que se inventó la televisión todo el mundo la ve, pero en un determinado momento los niños televidentes se convirtieron en un problema social; ‘el niño televidente’ se convirtió en objeto de estudio, y la idea que encierra esa etiqueta comienza a tener consecuencias en el mundo real. (Inventan chips en Vancouver para que los niños sólo puedan ver determinados programas, por ejemplo).¹³²

Parece entonces que el ‘niño televidente’ es una categorización inevitable de nuestra época y de nuestros días. Frente a esto, el construccionista social afirma que esta clase no tuvo que construirse, que este tipo de clasificación pudo haber sido generada en nosotros por intereses morales, políticos, etc., de tal manera que podríamos perfectamente prescindir de ella. Los construccionistas critican el *status quo* de lo inevitable —una variable del esencialismo—, al sostener: 1) que no se requiere la existencia de algo como el ‘niño televidente’, que puede perfectamente evitarse, que no es necesario que miremos así a los niños. Muchas veces van más allá y afirman: 2) es bastante malo que hablemos de ‘niños televidentes’, y 3) nos iría mucho mejor si el ‘niño televidente’ fuera eliminado como tal o al menos radicalmente transformado.

filosófica, que intentan establecer un escepticismo con respecto al conocimiento; una especie de ‘todo vale’, con los cuales no hay diálogo posible.

¹³² Hacking, I., ‘Are you a Social Constructionist?’ en *Lingua Franca*, mayo-junio, 1999, págs. 65-72

La tesis del tipo 1 es el punto de partida: la existencia o el carácter de una entidad o hecho no está determinada por la naturaleza de las cosas. ‘El niño televidente’ o cualquier otra categorización fue producida o conformada por sucesos sociales, los cuales podrían haber sido diferentes. Muchos construccionistas pueden avanzar hasta las tesis 2 y 3, pero no todos. La idea de construcción social quiere criticar, cambiar o destruir ‘algo’ que disgusta dentro del orden de cosas establecido.¹³³

Lo que es indudable es que la clasificación es asumida una vez que ha sido instalada —los padres ven a sus hijos como niños que ven televisión todo el tiempo—. Por este camino llegamos a que lo construido no es sólo una clase, también es un tipo de persona real. Aquí se justifica la pertinencia de la pregunta de Hacking (¿la construcción social de qué?), porque hemos elaborado diferentes tipos de ‘qués’. Pero el modo de *conceptualizar* también cambia: muchos niños actualmente pueden interactuar con la pantalla¹³⁴, y así dejan de ser vistos como niños pasivos. A su vez este cambio es posible por los cambios que ha habido en el mundo material de la fabricación y del mercado. A estas alturas, los niños televidentes son *autoconscientes* y constituyen una forma de ser niños, una forma de persona, se identifican a sí mismos como ‘niños televidentes’.

El problema radica en determinar si la clasificación es consecuencia o producto de un hecho que aparece dentro de la práctica, o si la actividad de clasificar y nuestras clasificaciones inciden en los hechos. Hablar de clases de personas supone asumir determinados tipos de ser persona, de comportarse, de experimentar el mundo y a los otros; de establecer formas de autoconocimiento, de hacer elecciones, de actuar. En definitiva, la importancia de la clasificaciones está en que una vez establecidas, modifican sustancialmente la manera en que los seres humanos se conciben a sí mismos.

¹³³ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit, pág. 27

¹³⁴ Según datos que ha tomado Hacking de las conclusiones de un congreso realizado en Vancouver, en 1997.

Según lo ha expresado en su último libro, *Historical Ontology*,¹³⁵ la posición de Hacking puede ser denominada ‘nominalismo dinámico’ o ‘realismo dialéctico’, la cual puede constatarse al observar que su eje central de pensamiento es la relación de las prácticas como constituyentes causales de lo que adviene a existencia. Ahora bien, además de ocuparse de la práctica experimental y el advenimiento de objetos, Hacking reconoce y estudia las prácticas clasificatorias que inciden en la realidad, y cómo todos estos elementos interactúan entre sí.¹³⁶ A la interacción entre personas y clasificaciones la denomina clases interactivas¹³⁷:

Esta expresión tan fea tiene el mérito de que recuerda nociones como actores, ser agente y acción. El *inter* puede sugerir la forma en que pueden interactuar la clasificación y el individuo clasificado, la forma en que los actores pueden llegar a conocerse a sí mismos como siendo de una clase, aunque sólo sea por ser tratados o institucionalizados como de esa clase, y de este modo tener experiencia de sí mismos en ese sentido.¹³⁸

Frente a las clases interactivas, Hacking opone las clases indiferentes —los *quarks* son objetos que pertenecen a una clase indiferente, es decir, no interactúan con la clase; son absolutamente indiferentes al modo en que son clasificados—. Y es la existencia de este tipo de clases la que hace que se distingan las ciencias sociales de las ciencias naturales. Pero aclara:

[...] indiferente no implica pasivo. La clasificación de plutonio es indiferente, pero el plutonio es singularmente activo. Mata. Existen sólo porque los seres humanos lo han creado (aunque se ha identificado plutonio natural). El plutonio tiene una relación bastante extraordinaria con las personas. Ellas lo producen y él las mata. Pero el plutonio no interactúa con la idea plutonio merced a tener conocimiento de que se llama plutonio o tener la experiencia de existir en instituciones plutonianas como reactores, bombas y tanques de almacenamiento. Por eso lo llamo indiferente.¹³⁹

¹³⁵ Hacking, I., *Historical Ontology*, Harvard University Press, Cambridge y Londres, 2002

¹³⁶ *Ibid.*, pág. 2

¹³⁷ Concepto llamado en un principio ‘efecto bucle’.

¹³⁸ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 175

¹³⁹ *Ibid.*, pág. 177

Hacking expresa de esta manera su posición nominalista con respecto a las clases indiferentes y a las clases interactivas. Por otra parte, las clasificaciones no se encuentran aisladas ni están creadas de la nada, están insertas en contextos sociales, a los cuales llama matrices. Las matrices incluyen un complejo de instituciones, artículos de periódicos, revistas, abogados, inmigración, jurados, procedimientos, papeles, etc. Dentro de una matriz se forma una idea, un concepto o una clase.

Las matrices son materiales, y en su cruda materialidad establecen diferencias sustanciales entre las personas. (Y, a la inversa, las ideas sobre las mujeres refugiadas establecen una diferencia en el medio material: las mujeres refugiadas no son violentas, por tanto no son necesarios cañones, pero sí «papeles, papeles, papeles»). Las prácticas son vistas desde una dimensión material que incluye diversos tipos de materialidades y generan efectos en la vida de estas personas.¹⁴⁰

Las clasificaciones contienen además un problema moral. Las ciencias sociales clasifican en general los problemas. De ahí que las clases estén cargadas de valores, clases de cosas que hacer o que no hacer, clases de personas que hay que ser o no ser. Por supuesto que existen las rebeliones de los clasificados; como diría Foucault, todo poder genera resistencia.

Se tiene así una relación de la moralidad con dos vertientes: una, que podría denominarse ‘moralidad y conocimiento’, parte de la idea de que nuestros modos de conocer suponen un modo de clasificar, y que a la vez este constituye en sí mismo una serie de valores inherentes a la clasificación; la otra, que pudiera llamarse ‘ontológica’ o ‘modos de ser’, atañe tanto a lo individual como a lo colectivo. En un nivel colectivo, esa relación podría explicarse con el caso de cómo se concebía ser madre en un contexto histórico: en muchas mujeres se produjo el sentimiento de que no se sintieran como tales, por no poder sostener la manera en que la sociedad lo establecía; ocurre otro tanto con las ‘mujeres maltratadas,’ al empezar a considerarse como un problema de muchas, esto es,

¹⁴⁰ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 33

cuando se establece como clase, se repensó de otro modo. Lo mismo se puede decir de las clasificaciones de genio, de autista o de niño hiperactivo. El plano individual podría ilustrarse con el cambio de cómo los seres humanos percibimos nuestro pasado y nuestro presente por el modo en que nos clasificamos.

Hacking piensa que una de las tareas filosóficas más importantes consiste en lograr mostrar cómo efectivamente interaccionan las prácticas —todo tipo de ellas— en la constitución de nuestro mundo material y social. Esta empresa es la que han emprendido algunos construccionistas como Pickering o Latour (y no Goodman): nos muestran, no posibles ‘versiones del mundo’, sino la versión real y concreta de determinadas categorizaciones; nos muestran cómo se construyeron, cómo advienen y cómo terminan siendo.

El nominalismo dinámico no pretende ser una doctrina general. Los estudios de clases y la construcción de las personas, de sus posibles formas de elección y de acción, deben darse uno por uno, clase por clase; pueden servir como guía, pero nunca para establecer criterios generales de las clases. No tendremos una teoría de las clases interactivas. Al igual que en el resto del pensamiento de Hacking, el lema de las clases es la heterogeneidad.¹⁴¹

Con este intento aspira a comprender también los procesos de cambio y su carácter histórico, en tanto objetos y clasificaciones advienen a existencia en un determinado momento. Como se observa, Hacking no abandona nunca el énfasis dado a la práctica y a la historia.

¹⁴¹ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 216

En el capítulo anterior, se ha intentado presentar cómo las prácticas científicas y la historicidad correspondiente a ellas ocupan un lugar relevante en la obra de Hacking. En este se abordará su visión del modo en que las prácticas se relacionan con los conceptos, y para ello nos valdremos de una historia experimental.

«Mi verdadero interés por las proposiciones deriva del hecho que pienso en mí mismo como comprometido en el análisis conceptual. Los conceptos son palabras en sus sitios».¹⁴² La idea de que los temas filosóficos deben encontrar su lugar, su importancia y su definición en un específico lugar cultural es la base del historicismo. Realizar un recuento genético del conocimiento supone mostrar cómo se gesta, cómo varía con el tiempo. El pensamiento Hacking bebe de esta opción de análisis; son sus fuentes las circunstancias materiales en las cuales se construyeron los hechos, las cosas reales, pero también en las que tomaron forma nuestras nociones de verdad, objetividad y conocimiento.

Invocar la historia de los conceptos significa ir tras esos principios que los definieron como útiles o problemáticos. Si se admite que las condiciones de emergencia del uso de las palabras y de los conceptos determinan el espacio en el cual pueden ser usados, podemos estar en camino de una compleja metodología. Llevar el análisis de las palabras a su lugar de gestación es un buen intento para comprender cómo pensamos y cómo parecería que estamos obligados a pensar.

Lo que he estado describiendo no es *el* nuevo historicismo sino que en filosofía es algo relativamente nuevo. He mencionado a Kuhn y a Foucault como los mentores que tuvieron impacto decisivo en el tema. Es historicismo. No es filosofía como conversación. Es filosofía como trabajo duro.¹⁴³

¹⁴² 'An Interview with I. Hacking', *op. cit.* pág. 111

¹⁴³ Hacking, I., 'Two Kinds of New Historicism for Philosophers' en *New Literary History*, vol. 21, n.º 2, 1989

Desde esta dimensión, cualquier tipo de análisis conceptual debe mirar hacia las prácticas que hicieron posible su emergencia. Resulta obvio, entonces, que este análisis exige trabajar con los ejemplos, con los casos. Sin embargo, esta vía de acceso al mundo del conocimiento no debe ser confundida con los llamados ‘estudios de casos’, propuesta que Hacking aprecia en lo que vale (nos han enseñado mucho sobre las condiciones de emergencia de las prácticas experimentales; han señalado, de forma innovadora en la filosofía, cómo los científicos se planteaban los problemas en determinada época; las configuraciones de las nuevas creaciones en el conocimiento y con respecto a los fenómenos de la naturaleza), pero de la que opina que nos restringe a un recuento, dejando de lado consideraciones filosóficas importantes. También P. Galison, en este sentido, reconoce que la práctica de los Estudios de la Ciencia sirve como inicio de una reflexión que debe continuar por otros ámbitos.¹⁴⁴

En un intento de seguir esta vía indagatoria, la historia que se narra en este capítulo pretende contar, de forma general y por medio de ejemplos, cómo se establecieron una serie de prácticas instrumentales y experimentales en la física del siglo XX. La he querido presentar, por una parte, como un recuento ilustrativo para reflexionar sobre las tesis de Hacking en torno al problema de la intervención y de los efectos en la ciencia experimental y, por otra, para mostrar que un análisis detenido en las prácticas nos puede desvelar el modo en que se van transformando nuestras nociones de racionalidad, argumento experimental, objetividad y verdad.

He tomado como apoyo básico para este hilo narrativo la obra *Image and Logic* de P. Galison, por diversos motivos. Galison es un gran historiador de la ciencia, particularmente de la física; comparte muchas de las tesis de Hacking en lo concerniente

¹⁴⁴ P. Galison en *Image and Logic* (The University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1997), nos recuerda que los famosos estudios de casos fueron introducidos en la ciencia por J. C. Conant en Harvard, después de la Segunda Guerra Mundial y continuados por los Sociólogos del Conocimiento Científico. En la época de Conant se trataba de establecer la historia de la ciencia y se pretendía mostrar, a través de la utilización de casos destacados, las reglas generales del comportamiento de los científicos o de las leyes jurídicas. Galison discrepa con el tratamiento de la historia de la experimentación como casos de estudio, al menos, con el que le han dado los Estudios de Ciencia. Estos presuponen una relación de

a la historia de la ciencia, y de manera específica en la convicción de que la vida experimental —y la instrumental, añade Galison— tiene muchas vidas propias. A pesar de no coincidir plenamente, en general están de acuerdo en la perspectiva desde la que deben estudiarse los problemas actuales en la filosofía de la ciencia.

Otra razón no menos importante para traer aquí esta narración de Galison es que ella nos señala cómo la historia de los instrumentos y de las prácticas experimentales, que constituyen la cultura material del laboratorio, ha modificado lo que significa ser un experimentador y lo que se entiende por experimento y experimentación. El hilo conductor de la historia lo constituyen unos aparatos utilizados en la física del siglo XX denominados detectores, vistos como máquinas insertas en una cultura tecnológica más amplia que no está en sí misma, ni por debajo ni por encima de ellas. Estos aparatos se presentan con densidad, llenos de sentido; son los que han producido en la física los fenómenos o efectos fundamentales a través de los cuales conocemos el mundo, y son también los que van moldeando eso que entendemos por evidencia empírica o demostración experimental.¹⁴⁵

De este modo, Galison nos abre una ventana para asomarnos a una historia de la física en la que los instrumentos se muestran entrelazados con las prácticas humanas. Con ello logra una visión muy diferente a la reflexión filosófica tradicional de la ciencia. Establece la existencia de tres tipos de subculturas en la actividad científica: teórica, instrumental y experimental, no integradas monolíticamente. Algunas veces, la subcultura instrumental tiene profundas transformaciones, mientras que la teórica permanece sin cambios significativos; otras, la subcultura teórica cambia y, sin embargo, las prácticas experimentales e instrumentales se mantienen. En cualquier caso, lo que le interesa destacar a Galison es que, en general, casi nunca las tres subculturas se transforman a la vez, pero también desea enfatizar que, siendo casi autónomas, se

‘tipicalidad’ entre el episodio estudiado en tanto procedimiento científico y el resto de todos los demás casos, negando de esta forma la creatividad inherente a cada historia instrumental y experimental.

¹⁴⁵ Galison, P., *Image and Logic*, op. cit., pág. 5

encuentran siempre conectadas entre sí, y nunca del mismo modo. Trata entonces de asumir la diversidad y la contingencia de las prácticas, sin que esto represente una visión de absoluta fragmentación.¹⁴⁶

La tesis general de Galison en esta obra es que a lo largo de la física se ubican dos tradiciones básicas y competitivas: la tradición de la imagen y la tradición lógica. En la primera encontramos que una sola imagen puede servir como evidencia para una nueva entidad o efecto. La denomina tradición ‘mimética’ —en tanto ‘representaciones homomórficas’—, por cuanto en ella se mantiene un ideal de la ciencia de preservar la forma de las cosas tal como son en el mundo, como se verá más adelante en la cámara de niebla, en las emulsiones nucleares y en la cámara de burbujas; y cada uno de estos registros de los detectores, son constancias, evidencias experimentales de la exacta forma de la naturaleza invisible.

En oposición a esta tradición, está la tradición lógica, que también tiene sus propios instrumentos, como los contadores, la cámara de chispas o la cámara de centelleo. En esta tradición el objetivo ya no es la imagen: se desea, por medio de las máquinas de contar, poder manipular más fácilmente los sistemas experimentales. Se sacrifica la aparente objetividad del recurso sensible y visual que ofrecen los detectores de la imagen para favorecer un razonamiento estadístico. Otorga más validez al argumento estadístico de la existencia de una partícula o efecto, y por lo tanto no le sirve la ocurrencia de un solo evento (‘el evento dorado’). Dado que este modo de registro se apoya en una metodología estadística que preserva relaciones lógicas a través de los hechos, Galison las llama ‘representaciones homológicas’.

La historia de este capítulo se ubica en la tradición de la imagen. Sus protagonistas: tres aparatos detectores, tres formas de entender lo que es un experimento y tres formas de concebir lo que es ser un experimentador. A través de ellos se irá viendo cómo se erigen nuevas entidades o efectos, y cómo va cambiando lo que se concibe como

¹⁴⁶ Galison, P., *op. cit.*, pág. 14

evidencia empírica o argumentación experimental. Esto justifica que en el relato no se privilegien los elementos teóricos, pues se trata de narrar fundamentalmente el modo en que funcionan dos subculturas: la subcultura de los instrumentos y la subcultura de la vida experimental. Tanto Galison como Hacking creen que mirando con atención a cada una de ellas se logrará enriquecer la imagen de la ciencia.

1. LA CÁMARA DE NIEBLA

1.1. LA CÁMARA DE NIEBLA EN EL CONTEXTO DE LA ÉPOCA VICTORIANA

Aunque establecer el inicio de un evento histórico siempre puede tener objeciones, partiremos de que esta historia comienza en el siglo XIX. Este siglo vio la consolidación de la mecánica teórica y aplicada de los cuerpos a gran escala, la hidrodinámica, la acústica y la óptica geométrica. Contempló el nacimiento de la óptica física es decir, la teoría ondulatoria de Fresnel, la propagación del calor de Fourier, la ciencia de la electricidad de Coulomb, Galvani, Ampère y Faraday. Y, como culminación, en este periodo se cristalizó una magistral síntesis en torno al electromagnetismo, realizada por Maxwell.¹⁴⁷

A pesar de que las cámaras de niebla dispersas por todo el mundo tuvieron innumerables aplicaciones en la física de altas energías, Charles R. Wilson (1869-1959), el creador de la cámara, no puede ser considerado un físico de partículas y toda su vida, marcada por una admiración de las maravillas de la naturaleza y, específicamente, por los fenómenos del tiempo, no puede ser entendida si no es en relación con el contexto victoriano. Es este mundo el que dará cuenta del punto de comienzo de la física moderna.

Las extremidades y rarezas de la naturaleza ejercían una enorme fascinación para la imaginación victoriana. Tanto artistas como científicos reconocían, sin embargo, una

¹⁴⁷ Autores Varios (dir. René Tatón), *Historia General de las Ciencias*, P.U.F., París, 1964

tensión entre la imagen establecida por los filósofos naturales, quienes al racionalizar la naturaleza le imponían una serie de leyes, y la imagen de sus contemporáneos en las artes, quienes presentaban los aspectos naturales en una dimensión espiritual, muchas veces con un carácter irreductible o inefable. En el seno de la ciencia se presentaba también una división: por un lado se alineaban aquellos que establecían un acercamiento abstracto y reduccionista del mundo físico, y por otro lado, aquellos que accedían a la naturaleza desde una dimensión histórico natural, conformando una visión tal, que autores desde Goethe a Maxwell la han bautizado como las ciencias morfológicas.

Para el investigador abstracto de la filosofía natural, la meta de la experimentación consistía en extraer leyes universales de las descripciones particulares; ejemplos de esta empresa son la termodinámica de Maxwell y la teoría de Kelvin del calor. Se puede decir que este tipo de investigador otorgaba una base mecánica y dinámica a los diversos fenómenos conocidos.

Oponiéndose a esta imagen de una ciencia abstracta, se encuentra el ideal de investigación representado en las ciencias morfológicas. Los fenómenos de la naturaleza son ejemplos de algo que posee en sí mismo un carácter misterioso y, sin embargo, real. De este modo, las imágenes de las nubes y su relación con la niebla, el granizo y las lluvias torrenciales con sus hermosos colores, eran parte de las maravillas de la naturaleza. Así, la meteorología, con un peso sustancial en la cultura, perseguía los estudios de las nubes en la pintura, en la poesía, y posteriormente en la fotografía. Las nubes se convierten entonces en una figura central del pensamiento romántico.

A finales del siglo XIX, los científicos, bajo la égida del ideal morfológico comienzan, a usar el laboratorio para reproducir estos fenómenos naturales. Galison indica que en esta re-creación de la naturaleza en el mundo controlado del laboratorio, el científico esperaba descubrir los procesos físicos subyacentes del mundo natural. A este intento de imitar la naturaleza en pequeña escala lo denomina ‘tradición mimética’.

Cuando las ciencias morfológicas entran en el laboratorio, la mimesis adviene la forma característica de la representación.¹⁴⁸

1.2. LA CÁMARA DE NIEBLA: DIÁLOGO ENTRE DOS TRADICIONES

Wilson es un científico que desea entender los fenómenos atmosféricos de la naturaleza. Su trabajo se enmarca entre dos campos: la teoría de la materia defendida por el Laboratorio de Cavendish, bajo la dirección de J. J. Thomson, y las demostraciones experimentales de algunos fenómenos destacados de la naturaleza. Mientras el primer campo corresponde a lo que se ha identificado como una visión abstracta de la física, el segundo se encuentra representado por las ciencias experimentales, entre ellas la meteorología, cuyo ideal se ha denominado la ‘representación mimética’ de la naturaleza. La cámara de niebla constituye la encarnación material de esta conversación.

Dentro de esta tradición mimética encontramos a J. Aitken¹⁴⁹, de quien Wilson toma la mayor parte de los constituyentes de la cámara. Aitken se había dedicado a imitar los fenómenos de la naturaleza en el laboratorio y pensaba que la clave de los fenómenos atmosféricos estaba en el polvo, el cual contenía unos ‘pequeños diablillos’, la causa de todos los males de la naturaleza. Aitken intentará reproducir diez años más tarde en el laboratorio un fenómeno observado en la erupción del volcán Krakatoa, en 1883, el cual exigió la atención de gran parte del mundo por una serie de nubes verdes y halos de colores alrededor del sol. El interés por la meteorología traducía también una cuestión práctica, debido a que su estudio suponía la resolución de muchos problemas: transporte, pesca, salud pública, asuntos militares, agricultura y comunicación. En definitiva, todo dependía del pronóstico del tiempo.

Wilson obtiene parte de su formación en Cambridge y se encuentra ligado desde el inicio al Laboratorio de Cavendish. Su fascinación por los fenómenos atmosféricos lo

¹⁴⁸ Galison, P., *op. cit.*, pág. 80

¹⁴⁹ Galison, P., *op. cit.*, pág. 92

impulsa a ir hasta el pico Ben Nevis, donde se había establecido un observatorio, abierto en 1883 y cerrado definitivamente en 1904. Por muchos años, la investigación de Wilson estuvo determinada por sus experiencias en ese distante puesto meteorológico. Es ahí donde conoce la cámara de niebla de Aitken en pequeña escala. Después de varias estadías en Ben Nevis, Wilson decide, como muchos de sus contemporáneos, imitar los fenómenos de la naturaleza en el laboratorio.

En este observatorio Wilson contempla los fenómenos de las ‘coronas’ y de las ‘glorias’, denominaciones de la época referidas a los fenómenos de la difracción de la luz, cuyos colores aparecen en determinadas circunstancias atmosféricas. Estos fenómenos son para Wilson algo más que un objeto de estudio, encarnan la belleza de la naturaleza. Al observarlos en el tope de la montaña, escucha el poder de la tormenta eléctrica, ve bajar la neblina sobre el barranco. Y es el impacto de este espectáculo lo que marcará el resto de su vida y lo que le despierta el deseo de reproducirlo en el laboratorio. La meteorología óptica y la electricidad atmosférica se mantienen como proyectos centrales en su trabajo hasta su muerte en 1959.

1.3. EL COMIENZO

Albores del siglo XX: son muchos los que persiguen experimentalmente obtener el fenómeno de la condensación a través del vapor de agua. Para entonces se sabía que la expansión de un gas saturado bajaba la temperatura del gas, causando una sobresaturación que podía llevar a la condensación. Comprender el paso del estado gaseoso al estado líquido era de importancia vital, pues reproducía lo que sucedía en la naturaleza; se podía comprender cómo se efectuaba el paso de las nubes a la lluvia¹⁵⁰.

¹⁵⁰ En el caso del vapor de agua un gas se encuentra saturado cuando, en determinado volumen, contiene la máxima cantidad posible de moléculas de agua. En condiciones naturales esta relación determina el grado de humedad. La cantidad de vapor de agua en el aire es directamente proporcional a la temperatura, así, cuando baja la temperatura, el aire contiene más moléculas de agua de lo posible y comienza el proceso de condensación. Para que se produzca la condensación tienen que existir centros (núcleos) de condensación, producidos por alguna irregularidad, en el caso del aire puede ser el polvo o la sal. Es en estos centros donde se precipitan las moléculas de agua formando gotas.

Ahora bien, la sobresaturación de un gas se logra en condiciones especiales, es decir, se debe crear artificialmente. Se sabía experimentalmente cómo se producía una sobresaturación y una posterior condensación. Se sabía, además, que se podía incrementar la condensación por medio de la electrificación de un gas y que en aire purificado artificialmente también se producía condensación. Sin embargo, como observa Galison, no se sabía la causa de estos fenómenos y pasaría mucho tiempo hasta que Wilson pudiera relacionar ambos conocimientos.

La cámara de niebla es un aparato que permite la observación de algo que sucede; un detector, según la denominación actual de este tipo de instrumentos. Los elementos del diseño original de Aitken son: un recipiente o contenedor de vidrio, redondo, como una bola de cristal, que propiamente era la cámara; comunicados con este recipiente de forma separada estaban una bomba de expansión, que producía la sobresaturación del gas, y un reservorio de aire. A éste se le unía otro aparato por medio del cual se podía filtrar aire (esto era muy necesario para Aitken, pues necesitaba controlar la entrada de aire con polvo y la de aire sin polvo). La cámara se encontraba sobre una superficie plana de agua. De la bola de cristal se desprendía una extensión por donde se podrían ver las gotas de agua.

Al principio Wilson copia totalmente este diseño de la cámara de Aitken. Observa que la expansión del gas baja la temperatura del aire de tal manera que no toda la humedad puede ser retenida. El exceso de esta es recogido en forma de pequeñas gotas de agua que formaban una nube o una niebla. Las gotitas de la nube se formaban sobre las partículas de polvo que contenía el aire, y cuando Wilson comienza a filtrar todo el aire, la nube no se forma fácilmente. Nota así que el aire libre de polvo permanece sobresaturado al expansionarse y enfriarse, pero que las nubes no se formaban hasta que el grado de sobresaturación llegaba a un cierto punto crítico.

Al introducir aire sin polvo, Wilson establece una diferencia sustancial con Aitken, quien quería erradicar todo tipo de artificialidad introduciendo aire con polvo y

sin polvo. Este aspecto *artificial* de los experimentos de Wilson señala un punto de partida significativo, desviándose así de lo que Galison ha llamado la tradición mimética. Los filtros de Wilson esconden un profundo cambio de dirección tanto en la cultura material como en la estructura conceptual. La fuente de este cambio fue el programa científico del Laboratorio de Cavendish, dirigido por J. J. Thomson, seguidor no de la tradición mimética de las ciencias morfológicas, sino de la tradición de la filosofía abstracta y analítica.¹⁵¹

Para Thomson, la solución a los problemas de la materia debía darse por medio de la postulación de entidades explicativas, lejos de las manifestaciones visibles de la naturaleza. Es decir, la comprensión de esta no se logra mediante su imitación, se alcanza con principios dinámicos de explicación.

Wilson, como estudiante en Cambridge y posteriormente como investigador del Laboratorio de Cavendish desde 1895, absorbe mucho de esta tradición. Esta era única en un firme programa, cuyo compromiso implicaba asumir que la carga eléctrica viene en porciones discretas llamadas en ese momento iones. A través de sus experimentos con aire filtrado, comienza a considerar la posibilidad de que los centros de condensación o núcleos se produzcan debido a la carga eléctrica de los iones. Noción que tomará para sus experimentos con la cámara de niebla, por lo cual esta se convertirá en parte integral de la investigación en el Laboratorio de Cavendish.

De hecho, lo que Wilson hará será ionizar un gas, que, hablando en términos muy generales, supone generar una inestabilidad en la materia, producto a su vez de la ruptura de enlaces moleculares.¹⁵² Uno de los primeros modos para provocar esta inestabilidad es mediante la electrificación de gases. La ionización de un gas permite, así, observar efectos con los que a su vez se comprenderá cada vez mejor el comportamiento de la

¹⁵¹ Galison, P., *op. cit.*, pág. 97

¹⁵² Actualmente se dice que la ionización es el proceso de producir iones. La producción de iones se da de diversos modos, por ejemplo, ciertas moléculas se ionizan en las disoluciones; la transferencia de electrones también causa ionización, en este caso, ionizar constituye la pérdida de uno o más electrones.

materia. Por lo tanto, la cámara de niebla encarna parte de los principios del Laboratorio de Cavendish: es un intento de comprender la estructura de la materia someténdola a una intervención.

Los físicos de esta época ya experimentaban con los efectos de las cargas eléctricas (colocaban un tubo que tuviera gas a muy baja presión y observaban cómo las cargas eléctricas producían luz). W. Crookes, en 1879, había demostrado que los imanes desviaban estos rayos de luz y llamó a este fenómeno ‘lluvia de partículas cargadas’. En ese tiempo no se hablaba todavía de electrón, sino de rayos, y luego de partículas alfa y beta. Todos estos experimentos habían añadido un soporte al punto de vista sostenido de forma intermitente desde 1830 a partir del trabajo de M. Faraday, en relación con que la electricidad venía en ‘átomos’ discretos. Opinión a la que se oponían muchos científicos, para quienes los efectos electromagnéticos eran deformaciones del éter¹⁵³. El programa de los ingleses, y el de Thomson en particular, ya se había decidido a favor de la naturaleza corpuscular de la electricidad.¹⁵⁴

Por su parte, Thomson provee de una justificación teórica al crecimiento de las gotas en un campo eléctrico no uniforme y mide la relación existente entre la formación de gotas y la presión de los gases. Al medir esta relación, ofrece un modelo cuantitativo a la física de condensación iónica en aire libre de polvo, lo que le permite a Wilson pensar sus experimentos con la idea de que la formación de gotas se produce por medio de iones, es decir, de elementos invisibles que causan la precipitación de los núcleos que generaban la formación de gotas.

1.4. LA HISTORIA EXPERIMENTAL

Si al comienzo de esta historia la cámara se erige alrededor de los fenómenos de vapor, presión y temperatura, con los conocimientos de Cavendish, Wilson decide medir

¹⁵³ El éter era una sustancia hipotética que los físicos creían que llenaba todo el espacio entre los cuerpos materiales.

¹⁵⁴ Galison, P., *op. cit.*, pág. 98

la carga eléctrica de su cámara. Y, desde 1895 hasta 1911, cuando obtiene el primer rastro de ionización, Wilson trabaja y modifica sustancialmente su cámara de niebla. Comienza a pensar que los fenómenos del tiempo podían estar afectados por iones, es decir, que el aire estaba electrificado, pero no entiende, como lo hace Thomson, que los centros de condensación son partículas cargadas.

El descubrimiento de los rayos X por W. Röntgen, en 1896, y posteriormente la radiación de uranio en el mismo año, por A. Becquerel, motivan a Thomson y a sus colaboradores a trabajar con ellos. Los rayos aumentaban la conducción eléctrica, aunque Thomson tiene ya otra noción, que es la de los rayos catódicos¹⁵⁵. No se debe olvidar que para esta época todo lo que hoy podemos identificar como partículas se les denominaba rayos, porque efectivamente se presentaban como tales, como luz, como chispas. Thomson a esta altura tiene la noción de que este fenómeno es producido por una partícula subatómica, es decir, el electrón.

Wilson decide aplicar estos rayos a su cámara y desea determinar si tales radiaciones generan algún tipo de efecto en ella. En efecto, la formación de niebla en ausencia de polvo se incrementaba con las radiaciones, pero para Wilson el problema era que en ausencia de estos rayos también se producía la condensación, y sabe esto porque ha medido diaria y pacientemente la relación entre la formación de centros o núcleos de condensación y la expansión del gas: a determinadas expansiones no se producía formación de gotas, con otro tipo de expansión se producen unas pocas y con otras, muchísimas más.

Wilson, aceptando junto con Thomson la existencia de iones negativos y positivos, le importaba sobre todo determinar si el fenómeno de la ionización se daba en la naturaleza, en este caso en el aire; y si así lo comprobaba, precisar cuáles eran los

¹⁵⁵ El experimento que dio lugar a lo que en aquel entonces se denominó rayos catódicos, consistía en colocar un tubo con gas enrarecido (baja presión, moléculas distantes entre sí) y conectar este tubo a una pila mediante un alambre. Al pasar electricidad por el gas se observan *chispitas* del lado del cátodo (-), de donde el nombre de rayos catódicos.

agentes que producían la condensación y la lluvia. En 1899 abandona por un tiempo su cámara y se propone ir directamente a la naturaleza; quiere utilizar el electroscopio —un instrumento que permite detectar si un cuerpo está electrizado—. A pesar de que este no ofrecía medios visuales para reproducir los fenómenos atmosféricos, podía controlar la corriente eléctrica con continuidad. Porque Wilson todavía desconfía, no está seguro de que lo que observa en su cámara sea efectivamente lo que sucede en la naturaleza. Después de trabajar con el electroscopio (además de otros instrumentos que fue incorporando) se dio cuenta de que no podía evitar, fuera de noche o de día, que se produjera el efecto de la descarga de un cuerpo. Tuvo que admitir que el fenómeno de la ionización constituía un fenómeno del aire mismo.

Mientras que Wilson sigue a mitad de camino entre la ionización y los fenómenos del cielo, la cámara de niebla a esta altura ya forma parte del laboratorio de Thomson, quien se encuentra en la búsqueda de la medición de la carga del electrón, de esa partícula subatómica de la cual estaba convencido. Le agrega platos horizontales cargados eléctricamente a la cámara y logra obtener una medición aproximada de la carga del electrón. En América, Millikan aprobaba el método de Thomson y realizaba esta misma modalidad del experimento, con un campo eléctrico mucho más poderoso, hasta que, mediante las gotas de aceite, logró medir la carga.

Wilson retorna entonces a su cámara y la modifica varias veces, durante más de diez años. En 1899, se convence de que la condensación de núcleos son iones. Con una cámara unida a un alambre de metal mantiene un potencial constante, y observa que los iones positivos se concentran alrededor del alambre y que los negativos marcan una niebla mucho mayor, extendidos a lo largo del tubo ¹⁵⁶.

En 1908 sale a luz un libro de fotografías de Worthington sobre la electricidad atmosférica y la condensación en iones negativos. A Wilson le llama la atención no sólo

¹⁵⁶ Al pasar el ion negativo o la partícula cargada se produce una ruptura de los enlaces moleculares que hace que se formen centros de condensación, sobre los cuales se precipitan las moléculas de vapor de agua en forma de gotas, dejando así una huella o estela.

el modo en que había logrado obtener la luz de las chispas, sino también las manchas ‘congeladas’ que había tomado Worthington. Esto le hace pensar en la fotografía como un instrumento que quizás le permitiera observar con mayor precisión la distinción entre iones positivos e iones negativos. Wilson, al incorporar esta técnica a su cámara de niebla, da con un medio que podía captar en escasísimo tiempo lo que era imposible que captara el ojo humano. En 1909 había ya obtenido exitosamente sus primeros negativos, y su método fotográfico lo llevó a adentrarse directamente en la física iónica.

La inclusión de la fotografía a la cámara de niebla también supuso desarrollar una serie de habilidades y técnicas de perfeccionamiento. Por ejemplo, tuvo que colocar una capa de gelatina a la cámara para que esta no perdiera visibilidad con el vapor de agua. Este tipo de técnicas seguirán siendo usadas en numerosas cámaras de niebla, y posteriormente también en la cámara de burbujas.

Con nuevas cámaras y nuevos experimentos, Wilson pudo aumentar la magnitud de los campos eléctricos, haciendo que fuera más rápida la formación de lluvia. Finalmente, en 1911, obtiene fotografías de un tipo de rastros en el que aprecia una mayor definición de los rayos, los cuales mirados desde arriba, en muchos casos, eran unas líneas extremadamente finas, y la mayoría se expandía desde una apertura, aunque había otros rayos que corrían en otras direcciones. La posibilidad de fotografiarlos le dio la seguridad de que estaba trabajando con rayos alfa y beta, pero también el hecho de creer que la fotografía era en sí misma la posibilidad de captar la naturaleza tal cual era. La estela del paso de las partículas que Wilson logra ver con precisión, y que se curvaba cuando la cámara era sometida a un campo magnético, permitió determinar la carga y la masa de la partícula.

Sin embargo, Wilson no centró su interés en la física de partículas. Decidió retomar el estudio de los fenómenos atmosféricos; trasladó su cámara a un laboratorio de física solar, para finalmente aislarse científica y geográficamente. A la edad de noventa

años publicó el primer texto que daría lugar a una explicación dinámica de los relámpagos.

1.5. LA CÁMARA DE NIEBLA O LA PRIMERA ETAPA DE LA EXPERIMENTACIÓN

La cámara de niebla pasa a ser el detector fundamental del Laboratorio de Cavendish, y como veremos a continuación, se convierte en un prototipo de instrumento dentro de la física subatómica, al ser tomado como el modelo básico de detectores de partículas.

A juicio de Galison, lo que se ha producido en la historia de la cámara de niebla se puede resumir como una combinación de diferentes instancias: la dimensión morfológica combinada con el estilo de Cavendish ha producido la mimética; la mimética-fotográfica combinada con la analítica ha generado un tipo de tradición dentro de la física: la tradición de la imagen.¹⁵⁷ Desde esta perspectiva, la cámara de niebla representa, en tanto instrumento, un cruce de caminos entre varias tradiciones. Wilson, con ella, recorrió el sendero de la meteorología y la geología y, a la vez, transitó la ruta de lo que hoy se conoce como física de la materia.

A medida que las nubes se mezclaron en trayectorias de partículas, el sentido y significado de la cámara cambió. Cuando la comunidad de Cavendish toma la cámara de niebla como un detector, se abandona el objetivo para el cual fue creada. Todo este proceso es logrado mediante un instrumento, sobre el que se organiza gran parte de la investigación en ambos campos. La cámara de niebla, encarna así, una dimensión material de la práctica científica que condiciona a su vez otras prácticas: el desarrollo de determinados tipos de técnicas, de ciertas habilidades y de nuevas discusiones teóricas. Y evaluado su lugar desde un sentido histórico, condiciona en alta medida lo que implica el proceso mismo de la experimentación y lo que se entiende por experimentador.

¹⁵⁷ Galison, P., *op. cit.*, pág. 136

Si indagamos sobre cuánta teoría científica percibimos alrededor de la historia de esta cámara que produjo lluvia, habrá que responder que mucha, como señala Galison, pues ahí están comprometidas todas las teorías de los gases, de la presión, de la energía libre de Gibbs; los supuestos de Thomson con respecto a las partículas. Aunque lo destacable, para los efectos de nuestro estudio, es que la interpretación de lo que sucede en la cámara no corresponde exclusivamente a la teoría; más bien está cercana, como se ha podido observar, a la capacidad de conocer el instrumento y a la posibilidad de captar efectos ‘distorsionadores’ en las imágenes.

Se debe insistir en esta última idea: en la etapa cuyo relato acaba de concluir nos encontramos con un experimentador, en este caso Wilson, que realiza experimentos con medios relativamente sencillos, conocidos como ‘experimentos de mesa’. Wilson construyó y reconstruyó su cámara las veces que así lo estimó; realizó los experimentos durante más de diez años y, en todo momento, fue él quien controló todas las operaciones. Esto le dio un conocimiento detallado de su instrumento y de lo que sucedía en él.

También, por otro lado, hay que decir que nos encontramos con un aparato que pudo ser construido en un laboratorio pequeño, con costos relativamente moderados y que le proporcionó a su manipulador, su interventor, el control absoluto del experimento. Paulatinamente a lo largo del siglo XX, estas condiciones de trabajo en el laboratorio tendrán que ser sacrificadas: los nuevos instrumentos impondrán otras condiciones. El tipo de experimentación de Wilson será añorado, se convertirá en el sueño y la nostalgia de los experimentadores futuros.

Estas características de la primera etapa de la experimentación implican obligatoriamente nuevas consideraciones por parte de la reflexión filosófica. De la cámara de niebla surge un efecto, los rastros de iones, que serán los componentes subatómicos de la materia y que impondrán un nuevo modo de concebir el mundo; por otra parte, de la cámara de niebla sale un criterio de lo que se entenderá como evidencia

empírica o argumentación experimental. Esta historia muestra que la relación teoría y experimento no es lineal, que sus redes son complejas, y que la filosofía de la ciencia deberá reconsiderar esta relación según otras dimensiones. Cualesquiera sean las posiciones de los filósofos con respecto a estas nociones, lo que ciertamente introduce la cámara de niebla en la práctica de la física, es una determinada manera de entender el modo en que advino la aceptación de un tipo de existencia: la imagen fotográfica pasa a ser 'el evento dorado' que nos permite acceder a un cosmos microscópico.

Como lo entiende Galison, el laboratorio de las nubes de Wilson nunca logra transformar el estudio de las tormentas, sin embargo, con estas nubes artificiales, Wilson creó un lenguaje de rastros que ha durado casi un siglo y con ello, hizo a las partículas reales.¹⁵⁸

2. EMULSIONES NUCLEARES Y LA GUERRA

2.1. LA CONTINUIDAD DE LA PRÁCTICA EN LA TRADICIÓN DE LA IMAGEN

A partir de 1911 gran parte de la física se dedica de una u otra manera al estudio de la materia. Se continúa trabajando con la cámara de niebla. Thomson y luego E. Rutherford, su alumno, hablan del electrón y están dedicados a encontrar las partículas últimas del universo. Rutherford se da cuenta de que el nitrógeno y otros elementos ligeros eran desintegrados con el impacto de partículas alfa. Comienza la exploración del núcleo y J. Chadwick descubre en 1932 el neutrón. Por esta época se ha establecido la existencia del neutrón y del protón, y comienza a experimentarse con la ruptura del núcleo. C. Anderson, discípulo de Rutherford, propone la existencia de una partícula mucho menor que el protón y de masa muy similar al electrón; resultará ser el electrón positivo, al cual se le denominará positrón, predicho matemáticamente por P. Dirac. La existencia del positrón muestra definitivamente que el núcleo atómico es transformado

¹⁵⁸ Galison, P., *op. cit.*, pág. 141

mediante el bombardeo de partículas. Así, un fotón al incidir sobre un núcleo atómico da lugar a dos partículas iguales de signo contrario: un electrón y un positrón.

Por lo tanto, gran parte de la física se dispone a establecer cuáles son las partículas últimas de la materia, y en esta búsqueda se van determinando experimentalmente las variantes que producen sus interacciones. Toda esta actividad implica también determinar la carga y la masa por medio del ángulo o curvatura de su trayectoria, es decir, el rastro de la trayectoria provee información sobre el tipo de partícula y sus características.

C. Powell, con habilidad y destreza experimental, fascinado por los fenómenos de la naturaleza al igual que Wilson, es uno de los hombres más importantes en la vida de las emulsiones nucleares, el recurso químico que vino a sustituir (y a complementar) el trabajo de la cámara de niebla. Powell es una figura sumamente significativa en la historia de la física: por medio de su trabajo se obtuvo gran parte de las nuevas partículas, y bajo su dirección cambió profundamente la organización del laboratorio y, con ello, la práctica experimental en general.

Con las emulsiones se trataba de obtener registros de partículas. Son películas que tienen un complejo y delicado mecanismo químico compuesto por diversos materiales, entre ellos, la plata. El tratamiento de las emulsiones para detectar partículas tenía el mismo principio de las películas fotográficas actuales (si les permitimos que entre la luz, las velamos y se vuelven negras). Las trayectorias de las partículas dejan rastros en las emulsiones y son unas finas líneas de plata que hay que registrar, analizar e interpretar. Por ser los rayos cósmicos su fuente principal —y natural— de energía, el laboratorio se tuvo que trasladar a altos puntos de montañas para poder enviar al espacio los globos que las portaban.

2.2. LA DIVISIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

En 1932, a raíz de una erupción volcánica en Mount Peleé (Martinica), que arrojó un chorro de vapor, rocas y cenizas a la atmósfera, la Sociedad Real envía una expedición de estudio. Powell, cuya carrera ha estado marcada, hasta ese momento, por los fenómenos de la física de la condensación, se une a esta empresa. De esta investigación obtiene un tipo de experiencia clave para la venidera organización del trabajo en física: los ‘observadores no entrenados’, un modo de gestionar la ciencia que lo acompañará toda su vida. Por otra parte, ya con los avances teóricos en física nuclear de E. Fermi, L. Meitner y O. Hahn, a Powell se le hizo evidente que no podía esperar más y que debía apuntar hacia un detector que pudiera desarrollarse al máximo.

Las emulsiones nucleares tenían un rastro muy similar al de la cámara de niebla, pero con la ventaja de que podían obtener puntos más altos y más precisos de las trayectorias de partículas, que las que se obtendrían con muchos meses de trabajo en la cámara de niebla. Desde esta perspectiva, son un detector mucho más seguro, aunque como técnica de investigación presentaban diversos problemas. Uno de ellos es la imposibilidad de los físicos de crear las emulsiones, es decir, el instrumento deja de ser conocido a cabalidad en su producción. Por tal motivo, se verán obligados a relacionarse con aquellos que lo fabrican, en este caso, la industria fotográfica, representada principalmente por Kodak e Ilford. Otra dificultad es que generaban informaciones en cientos de fotografías que requerían un proceso más complejo: recibirlas, someterlas al microscopio; contar, medir, ‘mapear’ y clasificar todos los rastros y, por último, interpretar los datos.

Al multiplicarse los rastros de partículas, se multiplicaban los microscopios, los observadores que procesaban la información y los propios físicos. Esto llevará a Powell a proponer un tipo de organización para el espacio experimental, que origina desde el inicio un cambio fundamental en la práctica de la física. Así, en esta nueva concepción del equipo de la física experimental, habrá que contar con la industria fotográfica, con

químicos aplicados, con fondos gubernamentales y, posteriormente —en una relación no muy precisa—, con el aparato militar, debido a su conexión con la energía atómica.

Por otra parte, el novedoso esquema de trabajo exigió la incorporación de otro tipo de colaboradores en aras de agilizar los resultados: las '*scanners girls*', mujeres, que sin ser físicas, escudriñaban las hojas de las emulsiones bajo el microscopio para reconocer y medir trayectorias. Su tarea fundamental era encontrar topologías de eventos específicos, registrar la posición en la emulsión y pasársela a los físicos. Ellas fueron las primeras en encontrar un rastro de pión. Estaban dirigidas por la esposa de Powell, tradición que se mantuvo con las esposas de otros físicos. A esta labor se le dio suma importancia, por lo que en un principio recibían créditos en las publicaciones, hasta que se impuso la idea, a comienzos de la década de los cincuenta, de que hacían sólo un trabajo técnico que no requería de un reconocimiento especial.

Powell estaba trabajando con la desintegración del núcleo del boro por neutrones, e instaló en Suiza su base de acción para la utilización de los rayos cósmicos. En 1939, la comunidad de físicos recibe la noticia de que el núcleo se había logrado dividir y Powell, después de comprender lo que suponía la transmutación del uranio, se concentra en el problema de la fisión nuclear. El bombardeo al núcleo muestra que la materia transmuta, y el núcleo atómico del uranio se transforma y se descompone en bario y criptón. Powell, en la nueva organización que construye para trabajar con emulsiones, divide los grupos en distintos equipos, ya que el reto era determinar el espectro de los neutrones producidos por flúor cuando este era sometido al impacto de los deuterones.

Paralelamente, otros físicos se dedican al proyecto de la bomba atómica. Así, Chadwick se une a Powell para determinar si la emisión de neutrones se producía en el instante del bombardeo o después. Estas investigaciones fueron tomando interés en el marco de la Segunda Guerra Mundial. Aunque la emulsión nuclear en sí misma no era un proyecto central para el conflicto bélico, representaba la posibilidad de ser un medio para estudiar las complejidades de la dinámica del neutrón en colisiones de uranio. De este

modo, se constituye un Panel de Emulsión Fotográfica,¹⁵⁹ que incluye físicos, representantes de las universidades, representantes del gobierno (cuyo interés en la energía atómica hace que se otorguen fondos para la investigación), la industria fílmica y, de forma indirecta, el aparato militar.

2.3. LA ANGUSTIA DEL EXPERIMENTADOR

En palabras de Galison, en esta etapa de la experimentación los físicos han perdido el control de su instrumento, se sienten inseguros de los resultados por no saber si son un producto confiable de la emulsión o un ‘artefacto’ o artificio de esta; no saben si lo que observan es indicio de algo novedoso, lo cual genera que toda la información se encuentre siempre en continua sospecha y en una dimensión de incertidumbre. Toda esta conjunción de elementos puede traducirse como *la angustia del experimentador*.¹⁶⁰ Su efecto principal consiste en cambiar la forma del trabajo en el espacio del laboratorio, modificando de esta forma la experimentación y la noción de lo que significa ser un experimentador en la física de partículas.

A la inestabilidad de no construir y, en consecuencia, de no conocer el instrumento, se le añadía el hecho de que la emulsión era en sí misma un instrumento inestable siempre; carecía de homogeneidad física: a veces el plato fotográfico parecía ser transparente, en otro momento estaba oscurecido por la niebla y distorsionado por el proceso de secado. Por ejemplo, cuando en 1942 se quería determinar si la escisión de fragmentos efectuada por la ruptura de neutrones se producía en el instante del bombardeo o después de este, la emulsión no lo permitía precisar, ya que no se podían establecer ni registrar experimentalmente los diferentes tipos de energías de los protones.

No había consistencia, las partículas aparecían y desaparecían; algunas veces un rastro se asemejaba a otro, otras veces parecía que adquirían independencia ontológica.

¹⁵⁹ Galison, P., *op. cit.*, pág. 186

¹⁶⁰ *Ibid.*, pág. 236

Dado este mundo de efímera existencia, no es sorprendente encontrar que el lema de los editores de la Conferencia de Bagnères de Bigorre¹⁶¹, fuese el siguiente: «Las partículas descritas en esta conferencia no son completamente ficticias y cualquier analogía con las partículas que realmente existen en la naturaleza no es una pura coincidencia».

El trabajo de las *scanners* también era otro factor que producía inestabilidad. Como ya se ha dicho, su labor fue perdiendo reconocimiento en cuanto a la autoría de los descubrimientos. Comenzó a considerarse el factor psicológico como un elemento negativo: en tanto empresa humana, las *scanners* pudieran ver, en aras de agradar a los físicos, lo que no había; además, comenzó a considerarse la observación como una actividad puramente técnica, y es así que la distinción entre observación y descubrimiento pasó a ser un problema no sólo interno de la física sino, como veremos, un problema filosófico.

Otro elemento de angustia lo generaba el encuentro entre el teórico y el experimentador. Según Galison, esta relación suscita un determinado tipo de lenguaje de intercambio¹⁶², bajo el cual pueden colaborar y muchas veces discrepar, pero en el que siempre terminan entendiéndose de algún modo, aunque sea de forma precaria. En este momento, la tensión entre teoría y experimentación llega a un punto crítico. Los términos utilizados por unos y otros ilustran este difícil diálogo: los experimentadores hablan de mesones en términos pragmáticos, mientras que los teóricos utilizan otras denominaciones, reflejo de un razonamiento diferente. En todo caso, se acentuaba una división más en la práctica experimental, puesto que las novedades de esta obstaculizaban una colaboración directa entre los físicos experimentales y los teóricos.¹⁶³

¹⁶¹ Congrès International sur le Rayonnement Cosmique (Julio, 1953); citado por Galison, *op. cit.*, pág. 217.

¹⁶² Galison lo denomina propiamente *trading zone*.

¹⁶³ La relación de Powell con los teóricos no era muy directa. Un estudiante de él recuerda que casi nunca hablaba de los detalles de la mecánica cuántica no relativista, y menos del campo cuántico o la dinámica de los mesones.

Por ejemplo, una *scanner* reportaba que había aparecido un mesón que entraba en el núcleo y lo desintegraba, y encontraba también otro tipo de eventos similares. Por lo que se sabía hasta ese momento, esto no era lo que hacía un mesón, una partícula que identifican con una masa intermedia entre el electrón y el protón, con densidad granular que aumentaba en la medida en que se acercaba otra trayectoria. Powell y Occhialini hablan de seis registros de este tipo de mesones. Intentaron medir la masa con varios tipos de procedimientos. Powell juzgaba que había pruebas suficientes para afirmar la existencia del mesón, por los registros fotográficos y porque estos también se habían obtenido en otros laboratorios con un equipo instrumental diferente. Ahora bien, los argumentos basados en densidad granular no eran aceptados por todos; además, la exposición de las emulsiones normalmente duraba más de seis meses para la acumulación de suficientes números de registros, pero en el tiempo podían desteñirse, perder precisión. Ante esto, intentaron otra vía de argüir y sostuvieron que el número de pequeños ángulos en la dispersión de los eventos excedía lo que se sabía hasta ese momento de los protones, por lo tanto, esto era un argumento a favor de que el mesón era una partícula más ligera que un protón. Ellos consideraban que estos eventos estaban ayudando a resolver el problema del mesón negativo o muón, que era el que podía aniquilar un núcleo.

Por otra parte, H. Yukawa en 1930 buscaba esta partícula que, por razones teóricas, debía de tener una masa similar a la establecida en los registros para mediar en la fuerza nuclear. Pero, dada la evidencia experimental, el muón de Powell y Occhialini no era esta partícula. Así, tenemos el mesón de los experimentadores y el mesón de los teóricos. El desencuentro termina con el descubrimiento de una nueva partícula, el pión, que era la que buscaba Yukawa, y de otra que es el muón o mesón negativo propiamente.

Frente a todas estas inestabilidades, es Powell quien fija la dirección de la física experimental cuando decide que el único modo de vencerlas es mediante el control y la organización, no sólo la interna del laboratorio sino también de los otros laboratorios. Esta propuesta permitiría intercambiar los rastros y registros, ponerse de acuerdo en un

sistema de clasificación de las partículas y generar algún tipo de certezas. Se acuerda crear una estandarización del mundo subatómico de forma conjunta. Sin embargo, la experimentación con emulsiones había logrado, hasta mediados de la década de los cincuenta, ubicar a los físicos como pioneros en el campo de las partículas elementales. Para esta fecha se habían descubierto 18 partículas, 15 de ellas a través de técnicas visuales: 7 con cámara de niebla, 6 con emulsiones nucleares y 2 con cámara de burbujas. Sólo tres de las 18 partículas fueron conseguidas con técnicas electrónicas¹⁶⁴.

Finalmente, existe otra inestabilidad que no puede ser matizada o salvada por medio del control, y es la inestabilidad del campo mismo de las emulsiones nucleares. Había plena conciencia de que el mundo de la investigación con los rayos cósmicos no sobreviviría con la aparición de las nuevas máquinas: los aceleradores americanos, que lograban los mismos efectos con mayor precisión. En este nivel, la angustia no tiene nada que ver con la prioridad o el renombre de un investigador, ni con la incertidumbre con respecto a la materia, sino con respecto a toda una forma de vida. Un acelerador jugaba mejores cartas y ponía fin a la física de las emulsiones nucleares¹⁶⁵. Termina, de esta manera, una determinada concepción de la experimentación, y con ello también se modifica, una vez más, lo que significa ser un experimentador en la física del siglo XX.

¹⁶⁴ Las partículas actualmente también son clasificadas de acuerdo con la masa, la carga eléctrica, el espín o la vida media. Según la masa, las partículas se dividen en hadrones (mesones y bariones) y leptones; si tenemos en cuenta la carga, las partículas pueden ser positivas, negativas o neutras; de acuerdo al espín se dividen en fermiones y bosones; y, según la vida media, las partículas pueden ser estables como el electrón, el protón, o el fotón, o inestables como el neutrón, que tiene una vida media de cien segundos aproximadamente. Se propone también la existencia de quarks para explicar las diversas clases de hadrones. Cada hadrón estaría compuesto por dos o tres quarks. La teoría moderna de las partículas admite el principio que a cada partícula le corresponde una antipartícula. El positrón es la antipartícula del electrón. Si una partícula colisiona con su antipartícula se origina una reacción de aniquilamiento en la cual desaparecen ambas, produciendo una energía electromagnética y dando lugar a la formación de otras partículas. (Pero todo este proceso que actualmente se conoce y se da por sentado en una clasificación, fue en la época de Powell un escenario incierto, puesto que todas estas partículas e interacciones estaban siendo determinadas por primera vez).

¹⁶⁵ P. Galison, *op. cit.*, pág. 236

2.4. LA GUERRA

Una de las tesis de Galison es que los físicos y los historiadores exhiben una tendencia a olvidarse de que la práctica de la física comienza a cambiar durante y no después de la Segunda Guerra Mundial.¹⁶⁶ No se puede obviar la continuidad entre la práctica del desarrollo de las armas para la guerra y lo que luego será la investigación de posguerra. Es, entonces, durante el conflicto bélico que se inicia el camino hacia una época de investigación a gran escala, centralizada y cooperativa.

La cultura material de la física está constituida en esta época militar por el radar, los cohetes al espacio y la bomba atómica. Los dos laboratorios más importantes en EE.UU. fueron el laboratorio de radiación del MIT y el conocido laboratorio de Los Alamos, dirigido por L. Álvarez. Es en estos espacios y durante la crisis de guerra donde el encuentro de diversas culturas se hizo posible, dado por la interacción de la industria, la academia, la ingeniería, el aparato militar y el nuevo modo de relacionarse entre los físicos teóricos y los físicos experimentales. Este intercambio de diferentes culturas dispuso un nuevo tipo de organización que terminó afectando la práctica de la física.

Los núcleos de ingenieros servían como nexo entre la investigación básica de los físicos y la producción industrial, pero todos estaban organizados con el fin de producir la bomba atómica. En vista de que ni los físicos ni los ingenieros podían determinar el funcionamiento exacto de las armas en combate, se recurrió a un nuevo tipo de especialistas: los técnicos, los cuales estaban encargados del servicio, reparación y mantenimiento, pero, sobre todo, de materializar lo que los ingenieros y los físicos diseñaban. Se va construyendo así poco a poco un equipo de técnicos en radar, de radio, de cohetes, de navegación. En este proceso, se va pasando del espacio del laboratorio al espacio de una producción de tipo industrial, lo cual acarrea una reorganización del espacio del laboratorio y, simultáneamente, un choque entre las diferentes subculturas.

¹⁶⁶ *Op. cit.*, pág. 242

Se establece también una estrecha relación entre el aparato militar, gobierno y laboratorios de la academia. Las universidades pasan por cambios en esta época, en especial los departamentos de física. El número de estudiantes así como los presupuestos se incrementan enormemente. La pretensión de elevar a la física a un lugar destacado en el mundo requería hacerla a gran escala.

Estos intercambios entre las diferentes subculturas, aparte de transformar el espacio del laboratorio, crearon la necesidad de controlar su sistema operativo. Conforme el espacio del laboratorio se extendía, se iba ampliando la burocracia y el control: en la dirección del experimento, en la diseminación de los resultados, en el financiamiento y los gastos, así como también con respecto al secreto de lo que se investigaba.

Pero esta transformación despertó una reacción por parte de los físicos, que veían que su espacio y su profesión iba dejando de ser lo que era. Algunos sostenían que todo esto no llevaría a la investigación fundamental en física; otros consideraban que estas interacciones con los ingenieros, la industria y los militares significaba de alguna manera prostituir la física; y había quienes pensaban, por el contrario, que había llegado el momento de la física, el momento de mostrar su sentido y su utilidad.

2.5. LA SEGUNDA ETAPA DE LA EXPERIMENTACIÓN

Durante este periodo se ha pasado del mundo de la choza alpina al cuarto de control del acelerador.¹⁶⁷ Si en la primera etapa de la investigación encontramos a un Wilson experimentador, que prácticamente hacía todo él mismo, desde el inicio de la investigación hasta la publicación, en esta segunda etapa se demuestra que la investigación experimental ha dejado de ser un trabajo en solitario. La experimentación comienza a ser una actividad de diversos grupos organizados jerárquicamente, hecho promovido por la inestabilidad del instrumento, las emulsiones nucleares. Este proceso impuso una transformación en todos los demás ámbitos.

¹⁶⁷ *Op. cit.*, pág. 228

Si con Wilson vimos experimentos decisivos que él mismo modificó las veces que lo creyó necesario, en esta etapa de las emulsiones vemos a un Powell que tiene que estar continuamente reconstruyendo unos fotomontajes que no le garantizaban el experimento definitivo. En la metáfora de Galison, Powell se pasa todo el tiempo intentando armar un mosaico de muchas partes.¹⁶⁸

La habilidad para manipular y alterar los aparatos era la actividad esencial que definía la experimentación. Durante este periodo el control del aparato ha quedado fuera; surgen entonces los debates en torno a la sobrevivencia, que de un solo golpe incluyen el alma, la individualidad, la autonomía profesional y el experimento de un físico. Este tipo de problemas continúa hasta nuestros días, y se evidencia cuando el experimentador ve la vida anterior de sus colegas como mucho mejor, y decir mejor significa, básicamente, la imagen de Wilson, la imagen de un experimentador con autonomía sobre el experimento. En este sentido, afirma Galison, los experimentadores tienen razón, por cuanto la experimentación está siempre cambiando y, en general, la causa de estos cambios se origina por el problema del control. «La ansiedad del experimentador y las respuestas materiales, teóricas y sociales a esta eran evidentemente constitutivas del método en sí mismo.»¹⁶⁹

Con los problemas del control surge, evidentemente, el problema de la dirección jerárquica. Para comenzar, los fondos se conceden a determinados investigadores con determinadas líneas de investigación, y esto implica que se restrinjan las iniciativas personales del experimentador. Gran parte de los trabajos son realizados de forma grupal, y paulatinamente se van desarrollando muchas especializaciones y colaboraciones, con lo que se difumina la dimensión de la autonomía, y no sólo la autonomía del instrumento, sino también la autonomía de acción.

¹⁶⁸ *Op. cit.*, pág. 237

¹⁶⁹ *Ibíd.*, pág. 236

La organización, el control y la dirección jerarquizada traen consigo un cambio de retórica. Súbitamente, modelos de dirección, producción de memorandos y gráficas organizacionales eran herramientas que se tenían que confrontar, no como formas de vida ajenas que correspondían a los lejanos mundos militares y de los negocios, sino como los propios modos de operar y funcionar en la física.

Con la guerra se transformaron los referentes de la física. Ahora, sus símbolos culturales se originarían en Los Alamos, en el Laboratorio del Acelerador Nacional, en Brookhaven: estos sitios se convierten en las zonas de intercambio en donde ingenieros, físicos, químicos y metalúrgicos compusieron un nuevo lenguaje y una nueva práctica para la investigación experimental. Galison explica que el admitir que estos laboratorios y estos instrumentos componen la cultura material de la física, es lo que le hace pensar que constituyen los símbolos de la física. Comparte la concepción de C. Geertz acerca de que los símbolos cumplen un rol, en el sentido de que determinan en cuanto tales, futuros programas de acción. De tal manera que los símbolos de la física no están aislados, como los iconos en las teclas de una máquina de escribir; han adquirido un sentido más robusto. Se puede considerar, entonces, que las armas nucleares de la guerra constituyen el símbolo de la física.¹⁷⁰ Por lo tanto, el proyecto Manhattan, más que mostrar la utilidad de la física, se erigió como una especie de prescripción para la orquestación de la investigación futura.

3. LA CÁMARA DE BURBUJAS

3.1. LA CÁMARA DE BURBUJAS CON D. GLASER

La historia de la cámara de burbujas surge con la figura de D. Glaser. Como alumno de Anderson, este lo envía a detectar en una cámara de niebla el momento del muón, difícil de apreciar por su alta energía. En virtud de su tesis doctoral, Glaser se

¹⁷⁰*Op. cit.*, pág. 309

aboca a realizar un experimento para analizar partículas de alta energía. Construye dos cámaras de niebla separadas por un fuerte campo magnético, con el fin de medir el momento y el ángulo de la desviación del muón.

Por otra parte, Glaser deseaba continuar con un tipo de investigación que contara con pocas personas y donde cada quien colaborara en forma conjunta para algunos proyectos, y de forma separada y libre para otros; rechazaba las investigaciones y experimentos que rompieran la libertad creativa e individual del experimentador. Glaser aspiraba a no sucumbir ante el espíritu de la experimentación a gran escala; los aceleradores no representaban un ideal para él.

A partir de esta idea, comienza a pensar en un instrumento nuevo. Se da cuenta de que hasta ese momento todos los detectores de partículas estaban basados en algún tipo de fase de transformación: la cámara de niebla se había construido mediante una transformación del estado gaseoso al estado líquido de la materia; en las emulsiones se producía una transformación química. Esto lo lleva a plantearse la posibilidad de hacer visible algo que permitiera el paso del líquido a vapor, proceso en el cual el pasaje de la partícula produciría centros de formación de burbujas. Es el principio de lo que será la cámara de burbujas.

Intenta varios experimentos fallidos que hacen que se pregunte si realmente existe un recurso termodinámico análogo a la cámara de niebla. Por esta vía se propone averiguar, por ejemplo, si sería posible sobrecalentar un líquido en lugar de sobresaturar un gas, y si una vez sobrecalentado, al pasar un ion por él se producirían rastros de partículas.

En la búsqueda de posibles respuestas, Glaser se interesa por el texto de M. Volmer¹⁷¹ en torno a las fases de formación. Aunque la comunidad de físicos había rechazado la teoría de la repulsión electrostática de Volmer, según lo observa Galison,

¹⁷¹ Volmer, Max, *The Kinetics of Phase Formation*; citado por P. Galison, *op. cit.*, pág. 328.

esta es históricamente esencial por dos razones: le proporcionó a Glaser un puente teórico con el que pudo unir los principios de la cámara de niebla con una todavía primitiva posibilidad de una cámara de burbujas y, por otro lado, ofrecía una tosca predicción cuantitativa en relación con las condiciones de la temperatura y presión, bajo las cuales el recurso debía o podía trabajar. Informaciones claves para que Glaser se animara a construir la cámara de burbujas cuando todo en ese momento indicaba que no lograría.

Otra información que le sirvió a Glaser para diseñar su cámara fue la de un experimento en la Universidad de Toronto, en el cual se había logrado calentar éter dietílico a una temperatura de 140 °C, tardando más unas muestras que otras en explotar.

Glaser continúa desarrollando experimentos con su cámara y trabaja con dos tinas de aceite hirviendo a dos temperaturas diferentes. En una oportunidad le pide a un estudiante que abra una caja de cobalto 60 que se encontraba a 9 metros de distancia; de golpe, comenzó la ebullición. De esta forma concluye que efectivamente lo radioactivo podía producirla. El esquema de la cámara estuvo listo: la formación de burbujas se facilita incrementando la expansión del líquido sobrecalentado, disminuyendo la tensión de la superficie y aumentando la carga; la tensión de la burbuja debe ser igual a la presión del líquido sobrecalentado y la burbuja es causada por la interacción del ion con el resto de las moléculas sobrecalentadas. Glaser alcanza, finalmente, a registrar los rastros, y posteriormente los fotografía.

En 1953 lleva estas imágenes a la reunión de la American Physical Society, en Washington. Le toca la sesión del sábado por la tarde, casi sin asistencia, ya que todo lo supuestamente importante estaba dicho. Entre la poca concurrencia se encuentran Darragh Nagle, de la Universidad de Chicago y Luis Álvarez, de la Universidad de California. Ninguno de los dos tenía la más mínima intención de continuar en la física de los rayos cósmicos, pero a ambos les atraía la idea de instalar grandes aceleradores frente a una cámara de burbujas en sus respectivas instituciones.

3.2. LA CÁMARA DE BURBUJAS DE L. ÁLVAREZ

Tanto Nagle como Álvarez venían trabajando con hidrógeno líquido como medio ideal para hacer interacciones experimentales por la simplicidad de su núcleo. Álvarez consigue en poco tiempo millones de dólares para comenzar a trabajar con la cámara de burbujas y con aceleradores a gran escala. Incorporan a Glaser al proyecto, y, aunque por poco tiempo, hubo dos modos de trabajar con cámara de burbujas: uno al estilo Glaser y otro al estilo Álvarez.

El primer esfuerzo de la experimentación radicaba en pasar el hidrógeno a líquido, licuándolo a temperaturas muy bajas. El gas de hidrógeno en grandes cantidades es más explosivo que la dinamita, por lo tanto se tenía que recurrir obligatoriamente a procedimientos de seguridad, pero también a expertos en criogenia, puesto que el éter dietílico hervía a 130 °C mientras que hidrógeno lo hacía a -246 °C .

Al sobrecalentarlo, el hidrógeno líquido se torna inestable, lo cual hace que el paso de una partícula cargada produzca ‘centros embrionarios’ de ebullición. Sostener este estado crítico es de por sí sumamente difícil, pero había que mantenerlo para poder fotografiar el paso de la partícula y registrar los rastros. Este proceso implica impedirle al hidrógeno que se evapore. Una vez más, lo que sucede es que la partícula rompe los enlaces, formando así un rastro de burbujas.

Para lograr todo este proceso se requiere de técnicas y habilidades. Aparte de los expertos en criogenia que pudieran llevar al hidrógeno a su estado crítico, se necesitaban ingenieros en estructuras, debido a que las cámaras empezaban a desarrollarse a gran escala (comenzaron a ser de aproximadamente 2 a 3 metros, y luego siguieron creciendo hasta llegar alrededor de 20 metros). Se requirieron también técnicos y especialistas que se dedicaran a mejorar el sistema fotográfico, limpiar la cámara para que se pudiera captar adecuadamente el paso de partículas, mejorar el sistema de expansión, etc. Cuando

la cámara comenzó a ser de metal, fueron indispensables técnicas especiales de sellado entre metal y vidrio.

Álvarez había tenido experiencia en física nuclear; en la guerra había trabajado en el MIT con el proyecto del radar y en el proyecto de la bomba atómica en Los Alamos. Esta experiencia le confirió un sentido de la investigación muy particular. Por un lado, se acostumbró a una organización militar y jerárquica; por otro, lo hizo aspirar a un tipo de investigación a gran escala que implicaba, sin lugar a dudas, un carácter industrial. Vertiginosamente, este nuevo tipo de experimentación se pobló de físicos, ingenieros, técnicos, administradores y estudiantes. Es Álvarez quien da el salto a la Gran Ciencia mediante la cámara de burbujas: tenía, como recuerda Galison, la ingeniería detrás de sí y la agenda de los aceleradores en la mira de su futuro.¹⁷²

A lo largo del siglo XX, la física trató de estudiar los últimos secretos de la materia con la interacción de las partículas mediante los bombardeos de estas a determinados materiales, metales o hidrógeno líquido. Los efectos registrados permiten conocer la identidad de las partículas, el modo en que interactúan y las características fundamentales que constituyen su identidad: masa, energía, ángulo. En todo este proceso, aunque varíe la finalidad, se trata de excitar un estado particular de la materia para observar sus efectos. Y en esta época, la fuente de excitación ya no serán los rayos cósmicos, serán los aceleradores.

Los aceleradores, esos grandes aparatos, son el instrumento de la fuente artificial de energía en el laboratorio, con el cual se pueden ‘acelerar’ partículas y bombardearlas a lo que se ha denominado detector. Encarnan la posibilidad de concentrar una enorme cantidad de energía, lo cual implica poder incidir con mucha más fuerza la materia. Ha habido muchos tipos de aceleradores y en todos se ha ido incrementado el nivel de energía; entre ellos están el sincrotrón, el bevatrón, el ciclotrón, el sinclotrón, el

¹⁷² Galison, P., *op. cit.*, pág. 342

acelerador lineal y uno de los últimos, que se denomina LEP (Large Electron Positron Collider).

Una idea de la complejidad del funcionamiento de un acelerador la brinda el siguiente esquema de Pérez Mercader:¹⁷³ imaginemos dos D de metal, huecas, enfrentadas una a la otra y en el medio de ellas un tubo por donde se inyectan electrones o protones. Se tapan las D, se genera el vacío y las partículas, por ejemplo los protones, comienzan a girar y cada vez que pasan de una D a la otra, se las acelera, es decir, se las ‘empuja’ un poquito más. Las partículas son contenidas dentro de las D mediante la generación de campos electromagnéticos, para que no sigan en línea recta; por tal razón tienen que ser partículas cargadas. Al ser de carga contraria a la de la partícula, los campos la aceleran por repulsión. Cada vez hay más aceleración y más vueltas de las partículas, cuyas órbitas se hacen mayor a medida que crece su velocidad. Cuando alcanzan el máximo de radio posible en el interior de la máquina, escapan de ahí a velocidades cercanas a la de la luz por el tubo que se encuentra en el medio, y son lanzadas contra un blanco. Este blanco puede ser una lámina de cobre o el hidrógeno líquido.¹⁷⁴ Para entender la magnitud técnica de este proceso, hay que considerar que los aceleradores actuales tienen más de 27 kilómetros de maquinaria.

Cuando las partículas llegan al blanco y excitan el material, emiten otras partículas y esto es lo que hay que registrar. Pérez Mercader utiliza la siguiente metáfora para representar lo que sucede en los aceleradores de partículas: imaginémonos una cortina y detrás de ella unos pedazos de metal con formas redondas, ovaladas, cuadradas, etc. Detrás de ambos, una pantalla de papel en blanco. Le damos a una persona una escopeta de aire comprimido para que dispare balines contra la cortina. Conforme la persona tira los balines, estos impactan la pantalla y dejan una marca, pero si el balón se encuentra con un trozo de metal, este lo detiene. Al mirar la ‘sombra’ que dejan los

¹⁷³ Pérez M., J., *¿Qué sabemos del Universo?*, Debate, Barcelona, 2000

¹⁷⁴ En un principio el blanco era de plomo, el metal más denso para asegurar que la partícula chocara con algún núcleo y no lo atravesara incólumemente, el plomo debía tener un grosor mínimo para que hubiera colisión y máximo para que no absorbiera internamente las partículas generadas.

balines en la pantalla después de muchos tiros, podemos reconstruir cómo estaban dispuestas las placas metálicas existentes.

Sumando este esquema de funcionamiento del acelerador a la dificultad de la cámara de burbujas, se comprende perfectamente que los elementos de organización, control y administración hayan sido tan importantes y hayan comenzado a conformar parte de la noción misma del experimento. Este adquirió la forma de un modelo industrial y militar, lo cual exigió directores de grupo, jefe de ingenieros, sistemas tecnológicos integrados, oficiales de seguridad, listas de control para diferentes actividades, desde los tipos de zapatos para entrar a ciertos espacios hasta las rutas de escape establecidas de antemano. Este modelo será el que se impondrá a mediados de la década de los cincuenta.

La organización obviamente tomó en cuenta los problemas de seguridad. Preguntas como ¿cuánto tiempo podían las ventanas ser enfriadas antes de fracturarse?, ¿el exceso de gas de hidrógeno se quemaría o se expandiría? quedaron en manos de los ingenieros y no de los físicos. Las grandes cantidades de hidrógeno metían miedo y, de hecho, muchos laboratorios se negaron a trabajar con cámaras de burbujas. Por ejemplo, en 1956 hubo un desastre con una de ellas que causó una muerte y varios heridos. En 1965, falló una de las ventanas de la cámara del Acelerador de Electrones de Cambridge, el hidrógeno detonó y el incendio provocó el estallido del techo, lo cual ocasionó un muerto, varios heridos y millones de dólares en daños. A partir de esta fecha, lo que antes era una opción en seguridad terminó por imponerse definitivamente con una estructura jerárquica y normativa.

El aspecto administrativo también tuvo modificaciones. Los fondos ya no eran individuales sino grupales, y lo que estaba en juego era el nombre de los directores de grupo y su producción (el grupo de Moyer, de Álvarez, de Segré-Chamberlain, etc.). Fue el grupo de Álvarez el que se puso a la cabeza de todos los grupos de física de partículas

y con él un nuevo modo de experimentación y organización. El laboratorio de Berkeley se había convertido en uno de tipo industrial.

3.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La cámara de burbujas generaba kilómetros de película de 70 mm, que debían ser procesados. Aparte de las tradicionales *scanners*, se deben incorporar los programadores, lo que genera una nueva organización y más costos.

A las máquinas que procesan datos se les llama máquinas lectoras. Las evidencias fotográficas se tratarán como texto. Como apunta Galison, entre 1950 y 1970 aproximadamente se establecen dos regímenes de lectura.¹⁷⁵ El primero está representado por el grupo de Álvarez en Berkeley, el cual se podría llamar régimen interaccionista; el segundo por Kowarski en el CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), defensor de un régimen segregacionista.

Desde la perspectiva de Álvarez, estas máquinas son fundamentales y necesarias pero en sí mismas no son suficientes. La intervención humana sigue siendo un ingrediente esencial y, en consecuencia, el trabajo de las *scanners* conserva su importancia en la lectura de los registros. Sólo el ser humano es capaz de reconocer determinados tipos de modelos y de trayectorias, lo cual implica, entre otras cosas, reconocer lo anormal o lo inusual. De esta manera, Álvarez sigue optando por la tradición de la imagen para obtener los eventos dorados, aunque no niega los aportes de las máquinas lectoras o de los contadores.

Las *scanners*, entonces, procesaban primero la información y luego pasaban al ordenador los datos para que produjera el rastro de la partícula en tres dimensiones (carga, masa y ángulo); posteriormente esta información pasaba a tarjetas IBM, para que el físico pudiera sentarse luego frente al ordenador a interpretarlas. A partir de la década

¹⁷⁵ Galison, P., *op. cit.*, pág. 371

de los setenta comienzan a establecerse manuales para las *scanners*. Un criterio que se les fija se refleja en el siguiente ejemplo: ‘el neutrino puede atravesar un bloque de hormigón del tamaño de la tierra sin que uno se diera cuenta que estaba ahí. Ud. nunca verá o sospechará que alguno de ellos estuvo implicado. Para nuestros propósitos, los neutrinos pueden ser olvidados’.¹⁷⁶

La actividad de *scanear* o *mapear* es una actividad básicamente topológica pero no sencilla, puesto que muchas veces se yuxtaponen dos fotografías y se trazan tangentes a las trayectorias usando plantillas, con el fin de poder observar rasgos que a simple vista serían imposibles de captar, como el caso de las partículas V, un evento con dos puntas. Todo este trabajo llevaba mucho tiempo, aunque era preferible porque evitaba introducir al ordenador errores de identificación, con las consecuencias del caso. Dentro de esta concepción el proceso de lectura debía funcionar como un sistema ‘globalizador’ o ‘interaccionista’ de las diferentes actividades.

La otra visión es la del CERN, donde el lugar que se dio a los ordenadores fue muy diferente, ya que el proceso de lectura fue llevado a un departamento denominado Servicios Científicos y Técnicos. Para el CERN, el objetivo fundamental era lograr que se pudiera excluir todo lo humano en la lectura de los datos. El ideal era la automatización absoluta, y esto incluía desde la lectura de la fotografía hasta la reducción de datos, concepción que está mucho más cerca de la ingeniería que de la física. Kowarski juzgaba que la ingeniería permitía obviar la necesidad del juicio humano, lo cual a su vez supone un criterio de lo que debe ser la tarea del físico, junto con una noción de lo que es un experimento. Con este modo de concebir la práctica, el CERN aspiraba a salirse del campo estricto de la física para desarrollar una inteligencia artificial que pudiera aplicarse a la microbiología, a la astronomía, a la astrofísica, etc.

Así, en tanto que Álvarez defiende su SMP (Scanning Measuring Projectors), los del CERN abogaban por el HPD (Hough-Powell Device). La lucha entre estos dos tipos

¹⁷⁶ *Op. cit.*, pág. 377

de recursos es una lucha por dos modos de concebir la experimentación. Por ejemplo, para Álvarez, los *zoo-ones* —llamadas así por ser partículas ininteligibles— habían pasado desapercibidos porque los físicos habían dejado de estar en relación directa con las *scanners*. Hay que recordar que mientras Álvarez logra obtener la ‘cascada cero’, la fusión catalizadora del muón que da lugar a dos átomos de hidrógeno, los trabajos de resonancia, etc., todos sucesos relevantes, el grupo del CERN no había alcanzado este tipo de avances. Sus logros estaban más encaminados hacia el campo de la estadística, sin llegar a los famosos eventos dorados. El sueño de este equipo de investigadores era un aparato que leyera cualquier tipo de evidencia fotográfica, desde trayectorias de partículas, pasando por análisis cromosómicos, hasta fotografías espaciales, y que toda esta evidencia fuese procesada con datos estadísticos incluidos.

El problema fundamental consiste en que, con el advenimiento de los programadores, el procesamiento de datos y su reducción se transformaron en el experimento, puesto que la reducción de datos y el descubrimiento se integró en una misma actividad.

Los criterios divergentes continuaban: para los teóricos, ‘la cascada cero’ entraba en una estructura más amplia de un grupo de teorías que tenían que ver con el desarrollo de la teoría cuántica de campos; para los experimentadores, representaba otro tipo de problemas. Dado que se había registrado una fotografía de este evento sin que se hubiese podido hacerlo de nuevo, la incertidumbre del experimentador persistía: ¿esto había sucedido porque efectivamente no se había registrado el evento o porque las *scanners*, los programadores, etc. no lo habían detectado?.

Por su parte, los dos físicos emblemáticos de este periodo de la historia siguieron sus propios caminos: Glaser obtuvo el premio Nobel en 1960, y a partir de esa fecha se alejó de la física para dedicarse a la biología. La microbiología para entonces era la continuación de un modo de vida que Glaser deseaba. Se llevó a esta nueva ciencia los instrumentos y las técnicas de la física, lo que comprueba que las prácticas materiales e

instrumentales pueden tener una continuidad más allá de los campos teóricos. Y, así, Glaser pasa de ‘la cascada cero’ a los virus con un mismo instrumento. Álvarez también se retira de la cámara de burbujas. Pensaba que el trabajo en física nuclear se había tornado aburrido, muy técnico. Se dice que en veinte años había medido aproximadamente un promedio anual de un millón y medio de eventos; había pasado de la física nuclear al radar, a la energía atómica, a la construcción de aceleradores, y luego finalmente, a la física nuclear. En 1968 reconoce que este campo ha dejado de parecerle interesante y renuncia como director de grupo: juzga que los intereses del equipo han dejado de ser lo que eran y que él ya no podía representarlo más.

3.4. LA TERCERA ETAPA DE LA EXPERIMENTACIÓN

Con Powell la noción de experimentación cambia considerablemente debido a la característica del instrumento (las emulsiones nucleares), al igual que con Glaser y Álvarez. Sin embargo, mientras que en la segunda etapa de la experimentación los diversos grupos se incorporan al trabajo experimental de los físicos, el modo en que esto sucede permite mantener aún los límites entre una dimensión interna y otra de carácter externo en el laboratorio. Es decir, si bien es cierto que sin Kodak e Ilford hubiera sido absolutamente imposible que los físicos realizaran el trabajo con las emulsiones, no es menos verdad que aquellas empresas no pertenecían al espacio de la actividad experimental propiamente dicha. Pero ya no se puede decir lo mismo con respecto a la cámara de burbujas.

Galison sostiene que se pueden establecer tres ejes fundamentales en esta etapa de la vida material de laboratorio.¹⁷⁷ Un primer eje es la historia de los resultados. Esto implica que la práctica de la física ha sido una búsqueda incesante de partículas extrañas o nuevas para lograr determinar las propiedades de descomposición, sus espectros, etc. En los primeros cincuenta años del siglo se descubre gran parte de las partículas extrañas, la descomposición de hiperones y los fenómenos de resonancia magnética. Si hubiera

¹⁷⁷ *Op. cit.*, pág. 426

que resumir la contribución de los físicos que trabajaron en la cámara de burbujas entre la década de los cincuenta y los sesenta, habría que nombrar el esquema de clasificación denominado $SU(3)$, de Gell-Mann y Ne'eman. Trabajos posteriores exploran las interacciones débiles a través de experimentos con neutrinos en cámaras aún más grandes. Este nivel es ciertamente fundamental; los resultados experimentales son usados por los teóricos para su inspiración, confirmación y refutación de sus ideas, por los ingenieros y los físicos para el diseño de nuevos instrumentos y también para crear nuevos tipos de experimentos.

La pregunta que se ha planteado insistentemente durante los últimos tiempos en filosofía de la ciencia gira en torno a si los objetivos de la ciencia física son los que constituyen el único o principal motor de la innovación instrumental. ¿La cámara de burbujas es construida porque se necesita un determinado tipo de instrumento que produzca ciertos resultados experimentales (en este caso, producir un método de medir las propiedades de los muones y de las nuevas partículas inestables)? Galison considera que, en principio, se pudiera responder que sí, que ciertamente hay una parte de razón en esta perspectiva, pero que sería un error creer que en esta respuesta se encuentra toda la verdad.

La vida de los instrumentos y las vidas humanas entrelazadas con ellos en su interacción conforman lo que se ha llamado el segundo eje de la narración de esta historia. La cámara de burbujas supera a la cámara de niebla y a las emulsiones nucleares bajo dos condiciones: había que lograr el pasaje a hidrógeno líquido y las fotos tenían que ser procesadas rápida y efectivamente. Ambas condiciones generan una transformación radical en la noción de experimento. Por un lado, el hecho de trabajar con una cámara de esa magnitud impone la incorporación de numerosos tipos de profesiones, especialidades y habilidades, lo que hace que la distinción entre lo que es propiamente física y lo que es propiamente ingeniería se torne una noción muy, pero muy difusa. Por otro lado, el procesamiento de los datos pasa a ser una dimensión que va más allá de la

reducción de estos. Como se ha dicho, procesar los datos y descubrir un fenómeno nuevo o inusual pueden ser la misma cosa.

El tercer eje está dado en lo que se denomina control y organización. Estas dimensiones dejan de tener un carácter secundario o accesorio y comienzan a constituir parte esencial de todo el proceso experimental. Y por dos razones: no sólo porque las divisiones señaladas requieren de control y de organización, ni tampoco porque los fondos deben ser garantizados para esta producción a alta escala, sino también por cuestiones de seguridad que son originadas por el tipo de instrumento.

El aspecto importante de esta historia es el funcionamiento simultáneo de los tres niveles (resultados experimentales, instrumentos y organización). Obviar esto supondría ignorar los aspectos esenciales de la vida del laboratorio. A partir de la década de los setenta tiene lugar otro giro, que pudiera considerarse la cuarta etapa de la experimentación. Se comienza a producir un nuevo tipo de experimento, donde en lugar de tomar partículas y enviarlas a través de una serie secuencial de detectores, se produce una colisión de rayos de partículas y se utilizan sistemas de detectores usando un tipo de geometría cilíndrica. Con esto, se vuelven a multiplicar el número de trabajadores y la escala de las máquinas.

La imagen de cilindros concéntricos es la apropiada para representar esta organización; cada integrante pertenece a diferentes universidades, naciones u organismos. Se erige como una empresa de millones de dólares; el experimento multinacional exige un centro múltiple y no una sola institución. En lugar del grupo de Álvarez hay un Comité Ejecutivo; nadie puede publicar como miembro del grupo, pues es muy difícil hacerse responsable de un experimento, cuyos resultados no se controlan exclusivamente.¹⁷⁸ Esta cuarta etapa de la experimentación ha generado una dispersión del espacio del laboratorio y una interacción continua con otros centros, lo cual implica referirnos a un laboratorio de carácter internacional.

¹⁷⁸ Galison, P., 'Image and Logic...' en H. U. Obrist (ed.), *Laboratorium*, Antwerpen Open, Germany, 2001

1. LA VIDA EXPERIMENTAL

En el capítulo antecedente se trató de reflejar la red de complejidades que envuelven a la experimentación. Para Galison y Hacking no sólo hay cierta autonomía dentro de la actividad experimental e instrumental, sino que literalmente la práctica experimental tiene *vida*; supone una actividad creativa y entrelazada de muchos modos. Este carácter activo, también sostenido por J. Z. Buchwald,¹⁷⁹ remite a un tipo de distinción y de perspectiva no visto antes en filosofía de la ciencia: una dimensión vital y experimental de la ciencia, a la cual le sigue una especie de muerte. A Hacking le interesa particularmente esta distinción. Aparte de la vida de la experimentación, la filosofía de la ciencia debe ocuparse, entonces, de lo que sucede después de ella. La travesía hacia este ‘después’ la realiza Hacking por medio de lo que ha denominado los Estilos de Razonamiento Científico.

La filosofía de la ciencia ha considerado tradicionalmente al experimento como una generalidad que confirma o refuta hipótesis o teorías. Incluso Kuhn, que se opone a esta visión del papel del experimento, que otorga relevancia a las prácticas científicas y a los cambios ocurridos en ellas a lo largo de la historia, termina señalando que, en definitiva, el experimento tiene una función significativa en la ciencia normal: hace real o explícito el acuerdo ya implícito entre la teoría y el mundo, y, en este sentido, la medición y el experimento no traen en sí mismos ninguna novedad.¹⁸⁰

El interés de Hacking, por lo tanto, se centra en enfatizar mediante el concepto de intervención que no se puede seguir asumiendo este carácter pasivo con respecto al experimento. La ciencia incluye teoría, ciertamente, pero no se puede consentir que la ciencia toda es producto de la teoría. Una intervención carente totalmente de propósito,

¹⁷⁹ Buchwald, J. Z., ‘Design for Experimenting’ en Horwich, P. (ed.), *World Changes*, op. cit.

¹⁸⁰ Kuhn, T., ‘La función de la medición en la física moderna’ en *La Tensión Esencial*, op. cit., pág. 216

sin la habilidad de entender e interpretar los resultados, no nos enseña nada. Experimentos sin ideas no son experimentos, pero no hay siempre una teoría sistemática detrás de cada experimento.¹⁸¹

Por otra parte, la imagen cruda de la teoría por un lado y los resultados por el otro, con una máquina pasiva en el medio, resulta imposible de admitir si contamos o reconstruimos la vida de cualquier instrumento del laboratorio, incluido el primero de ellos, la bomba de vacío.¹⁸² El interés de Hacking es insistir en que se llega a la comprensión de cómo la realidad se mezcla con el experimento encontrando, más que las teorías verdaderas de los fenómenos, los modos en que las tradiciones instrumentales generan estos fenómenos. Situados ya en este terreno, se asume que una de las metas fundamentales de la experimentación es lograr que los efectos no se vayan, no se escapen; que puedan reproducirse y estabilizarse, lo cual es ciertamente muy difícil.

Acceder a la dimensión teórica trasciende el conocer si los experimentadores usan la teoría; la atención debe apuntar a cuándo y cómo la usan; cómo dosifican su influencia dentro de los recursos que tienen a mano cuando trabajan. En la práctica experimental encontramos gran cantidad de teoría, pero no del mismo tipo, y también distintos aparatos y muchas formas diferentes de analizar datos. Por lo tanto, está claro que la finalidad de Hacking no es en ningún momento negar la importancia de la teoría, sino relativizar el estatus predominante que la filosofía de la ciencia le ha concedido. Para ello, ubica como primer objetivo centrarse en los aspectos de la actividad experimental en tanto intervención y manipulación, haciendo hincapié en tres puntos fundamentales: la producción de efectos, la producción de conocimiento y la manera en que la ciencia crea objetos que modifican nuestro mundo.

¹⁸¹ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 200

¹⁸² Hacking, I., 'Artificial Phenomena' en *The British Journal for the History of Science*, vol. 24, part 2, n° 81, 1991

1.1 ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

Cuando se coloca la actividad humana como eje de la reflexión, se genera una nueva forma de análisis y comienzan a verse ciertos problemas que pasarían desapercibidos desde otra perspectiva. Es lo que ha sucedido con el problema de la evidencia. Se accedía a él desde una dimensión práctico-abstracta, congruente con el tipo de narración apegada a la visión de una actividad científica abordada desde el pensamiento, que se puede resumir en la frase ‘pensar la práctica’.

Las asimetrías entre la teoría y el experimento hacen parecer que el resultado experimental es independiente de juicios y habilidades; que el efecto surge inexorablemente, que es algo así como una implicación lógica. No obstante, en la experimentación encontramos un tipo de argumentación que no es semejante al fenómeno de la deducción.¹⁸³

La perspectiva de ‘pensar la práctica’ ignora inevitablemente los aspectos experimentales, pues en ella lo que interesa es tener una historia más o menos coherente con respecto al conocimiento, es decir, al resultado experimental. El conocimiento es entendido solamente en lo relacionado con juicios, proposiciones, y con un orden de coherencia entre estas, que será el producto final.

Esta concepción conduce, según Hacking, a un punto de vista idealista: desde el pensamiento no contemplamos todo lo que sucede *de hecho* en la práctica y, en consecuencia, no se sabe cómo fue adquirido ni el efecto ni la evidencia, por lo cual desconocemos su génesis y desarrollo, sus procesos, sus dificultades.

Otro camino de reflexión sobre la actividad científica es el que dispone su horizonte hacia la práctica misma, cuya frase correspondiente sería un ‘estar ahí’ mediante el hacer real y concreto. La intención del capítulo anterior de hacer visibles

¹⁸³ Galison, P., *How Experiments End*, University of Chicago Press, Chicago, 1987, pág. 244

diferentes tipos de factores que inciden en la producción y conocimiento de los objetos del mundo, trató de abrirse paso desde esta modalidad.

Intentar conciliar ambos enfoques deviene en una reflexión compleja. Trataremos de analizar algunos de los problemas que surgen de este encuentro, en cuatro aspectos básicos:

- 1) Según Gooding,¹⁸⁴ hemos heredado una tradición cartesiana que aún subsiste dentro de nuestros modos de pensar, esto es, dentro del modo en que miramos el mundo, la realidad y el conocimiento. Para superar esta visión habrá que romper con el modelo dualista cartesiano, que ha hecho que separemos mente y cuerpo, o naturaleza y cultura. Latour comparte esta posición, aunque con una propuesta más radical: para él de lo que se trata es de admitir que en la acción hay pensamiento y hay conocimiento. Hacking también está de acuerdo con que apartarse de esa visión cartesiana supone básicamente romper con un modelo dualista y esencialista. De cualquier modo, parecería que considerar la práctica científica como eje central de la reflexión obliga a buscar un camino distinto al de esta manera heredada de razonar.

- 2) Otro aspecto es el concerniente al lenguaje. El carácter lineal del lenguaje impone una secuencia sintagmática que organiza y coloca un orden, donde no necesariamente tienen cabida diversas implicaciones de la práctica científica. En este sentido, Buchwald sostiene que existe un tipo de conocimiento inarticulado, tanto en las dimensiones teóricas como en las dimensiones experimentales. La diferencia entre los argumentos conceptuales y la vida del laboratorio se encuentra en la parte inarticulada de esta. En la esencia de las publicaciones argumentales se muestra un lenguaje abstracto que parece divorciado de las instrumentalidades materiales del trabajo de laboratorio. El lenguaje del trabajo de laboratorio es distinto al de una teoría de alto nivel, en la que coinciden el lenguaje del modo en que se trabaja y el de expresarse. Por el contrario, en el trabajo de laboratorio se moldean objetos y

¹⁸⁴ Gooding, D., *Experiment and the making of meaning*, Kluwer A. P., Dordrecht, Boston y Londres, 1990

recursos que no pueden expresarse en el papel.¹⁸⁵ Este tipo de reflexiones marca indudablemente una brecha difícil de superar entre el pensamiento y la acción en cuanto a su posibilidad de expresión.

Al orden impuesto por la inevitable linealidad del lenguaje, debe sumársele el hecho de que toda narración es un tipo de elección, mediante la cual se favorecen —muchas veces no de forma consciente— los acontecimientos más importantes, de tal forma que el acto narrativo es en sí mismo una manera de considerar los problemas, de ponderarlos.

- 3) Construir un enfoque que contemple las perspectivas del pensar y del hacer supone comprender que ambas instancias han estado cómodamente separadas de forma tácita, (y fue desde Kuhn cuando se sometieron a discusión). Intentar reunirlos desde la noción de la actividad experimental implica integrar espacios topográficos tomando en cuenta la interacción del pensar y de la acción con nuestro mundo material (naturaleza y cultura), así como también incluir las matemáticas y su capacidad predictiva, la formalización de conocimientos, los instrumentos, la capacidades técnicas, los modelos de los instrumentos, etc. De golpe, se presenta una serie enorme de actividades y entidades, a las cuales no es fácil dar una organización inteligible.
- 4) Existe otro aspecto que se debe atender en la práctica y es asumir que hay una actividad creadora determinada por un tipo de ingenio, que es todavía menos posible de captar y menos aún de poder ser predicha o establecida con anterioridad, cuya complejidad reside en la capacidad de invención de posibles soluciones frente a determinados problemas.

Estas reflexiones llevan a cuestionar hasta qué punto en el hacer no hay pensamiento, o si el pensamiento no es también una acción. Cabe pensar, por tanto, que

¹⁸⁵ Buchwald, J. Z., *op.cit.* pág. 202

esta separación, conformada así por mucho tiempo, quizás no lo sea de forma originaria; tal vez se haya constituido de esa manera, impuesta por nuestros modos de concebir el sujeto y el mundo; creada por determinadas tradiciones.

Podemos, entonces, considerar el hacer como una categoría que implica en sí misma un conocimiento, pre-lingüístico y no articulado. La historia del capítulo anterior muestra este entramado: Thomson y Wilson no entendían la ciencia de la misma manera, sus intereses eran distintos; sin embargo, ambos, con la cámara de niebla, tenían un medio para discutir y argumentar acerca de las posibilidades que emergían de ella, en torno a las posibilidades fenoménicas o al efecto producido. El fenómeno llamado hoy ionización no estaba ahí frente a sus ojos; había sido trabajado, constituido a través de muchos experimentos; desde diversas formas de pensamiento, desde ópticas diferentes. Wilson pensaba y hacía simultáneamente. Gooding diría que experimentaba para realizar posibilidades. El hacer es una fuente de conocimiento y habilidades que normalmente va acompañada de la manipulación de la realidad y de los aparatos.

La práctica obliga, en líneas generales, a establecer una perspectiva genética y dinámica, en razón de que es inherente a toda práctica ser realizada en el tiempo; y sólo incluyendo esta dimensión es que la podemos entender.¹⁸⁶ La exigencia de considerar la variedad de actividades y habilidades para su comprensión es lo que guía a Gooding a conformar un modelo reticular, no lineal, concebido como una especie de mapa geográfico en atención a las diversas actividades, procesos y productos.

Para acceder a la diversidad de los modos en que se han relacionado las múltiples actividades de la práctica científica, varios autores proponen dedicarse más a los aspectos locales de la experimentación. Esto llevará, por otra parte, a desobedecer el imperativo de establecer modos globales de ver el mundo y la ciencia. Quizás también nos aleje de esa

¹⁸⁶ Rouse, J., *Engaging Science. How to Understand its Practices Philosophically*, Cornell University Press, Ithaca y Londres, 1996

cierta preponderancia de la tradición teoreticista.¹⁸⁷ Como lo señalan Ferreiros y Ordóñez, aunque existen motivos que justifican que tanto físicos como historiadores y filósofos de la ciencia hayan promovido en el siglo XX un énfasis en las dimensiones teóricas, quizás lo que subyace de fondo es una tendencia de la cultura Occidental a idolatrar lo contemplativo y lo teórico como algo superior; tendencia contra la que han luchado diversos científicos y filósofos, pero que siempre termina dominando.¹⁸⁸

2. LAS CIENCIAS DE LABORATORIO

2.1. LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA

La ciencia experimental surge a partir de lo que se conoce como la Revolución Científica del siglo XVII. Kuhn¹⁸⁹ señala que desde Artístóteles hasta Bacon, pasando por la Edad Media, encontramos el precepto de que hay que observar la naturaleza minuciosamente, así como el intento sistemático de extraer conclusiones sólidas a partir de esas observaciones y experimentos; e indica que: «En la época de la Revolución Científica una filosofía empírica no fue ninguna novedad.»¹⁹⁰ Según Kuhn, los protagonistas del nuevo movimiento experimentalista, a menudo llamados baconianos, crearon una clase muy diferente de ciencia empírica.

Kuhn evalúa las características novedosas de esta revolución: 1) El deseo de observar la naturaleza en nuevas condiciones, lo cual supone una inédita actitud con respecto a la función y a la posición del experimento. 2) La gran importancia concedida al experimento en sí mismo; se realizaron experimentos «que obligaron a la naturaleza a exhibirse en condiciones en las que nunca se habría encontrado sin haber mediado la

¹⁸⁷ Ferreiros, J., Ordóñez, J., 'Presentación: Hacia una filosofía de la experimentación' en *Theoria*, vol. 17/2, n.º 44, mayo, 2002

¹⁸⁸ *Ibíd.*, pág. 214

¹⁸⁹ Kuhn, T. 'La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física' en *La Tensión Esencial*, op. cit.

¹⁹⁰ *Ibíd.*, pág. 66

intervención del hombre».¹⁹¹ 3) Se valora más el experimento que la teoría. 4) En cuanto al papel de los instrumentos, Kuhn reconoce que para 1590 el instrumental de las ciencias físicas contaba únicamente con aparatos para las observaciones astronómicas, y así «en menos de un siglo la física se había vuelto instrumentalista».¹⁹²

A pesar de todas estas características que percibe, Kuhn se siente inclinado a sostener que, en el fondo, la ciencia sigue siendo producto del pensamiento, más que producto de la experimentación y la intervención humana.

Hacking no comparte la visión de Kuhn de la ciencia experimental. Para exponer su punto de vista de lo que sucedió en esta denominada Revolución Científica, se remite a la clasificación de A. C. Crombie,¹⁹³ quien establece los diferentes estilos de pensamiento científico a lo largo de la historia de la ciencia, y propone como estilos propios de la ciencia experimental del siglo XVII: a) el desarrollo del experimento para explorar mediante la observación y la medida, y para controlar lo que se postula; b) la construcción de hipótesis por medio de modelos analógicos.

Hacking agrega otro elemento a la propuesta de Crombie, haciendo notar que hubo algo más que surgió al final del período en el cual este describe el pensamiento experimental, y lo denomina estilo de laboratorio. Este se caracteriza por la construcción de aparatos con el fin de producir fenómenos a los cuales los modelos hipotéticos pueden ser verdaderos o falsos, pero usando otro estrato u otro nivel de modelos, fundamentalmente, modelos de cómo los aparatos y los instrumentos funcionan. Por ello sostiene que el libro de S. Shapin y S. Schaffer¹⁹⁴ acerca de la vida experimental inaugurada mediante la discusión entre T. Hobbes y R. Boyle, es una exposición

¹⁹¹ Kuhn, T., *op. cit.*, pág. 69

¹⁹² *Ibíd.*

¹⁹³ Crombie, A. C., 'Philosophical presuppositions and shifting interpretations of Galileo' en Hintikka, J., Gruender, D. y Agazzi, E. (eds.), *Theory Change, Ancient Axiomatics and Galileo's Methodology. Proceedings of the 1978 Pisa Conference on the History and Philosophy of Science*, Reidel, Dordrecht, 1981

¹⁹⁴ Shapin, S. y Schaffer, S., *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton University Press, Princeton, 1985

detallada del mito que originó el estilo del laboratorio. El héroe no es una persona sino un instrumento, un aparato, la bomba de vacío.¹⁹⁵

El estilo de laboratorio muestra que la práctica de crear fenómenos usando artefactos que son operados e interpretados por una elite especializada, es lo que realmente inaugura la Revolución Científica del siglo XVII. Hablar de estilo del laboratorio significa para Hacking reflexionar conjuntamente sobre la experimentación y los aparatos. Juzga que la revolución científica no inaugura lo que se conoce como el método experimental, más bien instauro un apartado que se ha omitido en la historia y la filosofía de la ciencia, y esto es lo que Shapin y Schaffer han tenido el acierto de sacar a luz. Lo que Kuhn ha denominado meramente 'instrumentalidades' da paso a un modo particular no sólo de pensar los problemas del conocimiento, sino también de pensar la realidad.

2.2. LOS LABORATORIOS

«El laboratorio es un gesto, un golpe que crea una disciplina. Una disciplina de investigación en ciencia está ligada a la invención de un lugar topográfico: el laboratorio».¹⁹⁶ Esta noción configura al laboratorio como un espacio que provee la perspectiva para un grupo de procedimientos. No obstante, alcanzar una definición estándar de laboratorio no es una tarea fácil en la medida en que se nos presenta como un espacio en constante cambio. En palabras de Galison, el laboratorio muta, no es estable a través del tiempo.

La imagen del laboratorio puede ubicarse tempranamente en espacios secretos, soterrados, que restringen y aíslan el exterior, como era el caso del lugar de trabajo de los alquimistas; puede extrapolarse a los barrios de los gentiles caballeros, conformado aquí como una especie de parlamento o congreso en pequeño; puede relacionarse con un estilo

¹⁹⁵ Hacking, I., 'Style for historians and philosophers' en *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 23, n.º 1, págs. 1-37

¹⁹⁶ Varela, F. J. entrevistado por H. U. Obrist y B. Vanderlinden en *Laboratorium*, op. cit.

artesanal de la época victoriana en Inglaterra: el vidrio soplado, las herramientas construidas a mano; un estilo para el cual el mundo podía ser algo muy lejano. En un periodo más cercano a nuestros días, cambió radicalmente su fisonomía con el surgimiento del laboratorio a gran escala, con proporciones de una poderosa fábrica industrial. Actualmente tenemos un concepto de laboratorio que implica su dispersión por el mundo, en manos de diversas instituciones y estados.¹⁹⁷

Para Galison, el laboratorio refleja una cultura más amplia en la cual se encuentra inserto; a la vez, constituye un modelo guía de cómo los usuarios imaginan el mundo que quieren traer a existencia. Es un espacio dinámico, en flujo permanente, y obviamente define lo que es un experimentador.

Latour,¹⁹⁸ por su parte, sostiene que el laboratorio es un lugar de cálculo;¹⁹⁹ y que prácticamente todo se ha transformado en un laboratorio, puesto que si no somos nosotros quienes realizamos experimentos, alguien nos los está haciendo a nosotros: experimentos en cambio de climas, cadenas de comida, enfermedades infecciosas, urbanismo, demografía, en comportamiento social, etc. Galison y Latour coinciden con Hacking en que no existe un solo método científico y abstracto que se pudiera aplicar, ni en el siglo XVII ni en el XX, y que la práctica experimental en el laboratorio debe ser considerada una práctica local.

Esta convicción de lo local ha llevado a la realización de numerosos estudios de diversa índole, en los que se ha mostrado que las condiciones específicas del trabajo científico pueden ser vistas en la ciencia que de él emerge. La ciencia y la tecnología portan el sello de la cultura local de su producción. Hacking considera que todos los estudios de casos históricos desarrollados a partir de Kuhn —en donde se incluyen los de

¹⁹⁷ Galison, P. entrevistado por H. U. Obrist y B. Vanderlinden en *Laboratorium*, op. cit.

¹⁹⁸ Latour, B., 'The Theater of Proof: A series of demonstrations' en *Laboratorium*, op. cit.

¹⁹⁹ Latour, B., *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Alianza Universidad, Madrid, 1995

los sociólogos de la ciencia— han permitido obtener una nueva visión de la práctica efectiva de la ciencia en sus diferentes aspectos.

En la Introducción de *Scientific Practices*,²⁰⁰ Hacking comenta, a propósito del congreso reseñado en el texto, que las expectativas estaban centradas en que se tornaran invisibles tópicos como el realismo científico o la racionalidad en contra del relativismo; también esperaban que las contribuciones del congreso darían por sentado el carácter local y diverso de los estándares y las prácticas de las ciencias. Se pretendía recalcar la interacción entre experimentadores, instrumentos, aparatos y diferentes niveles de teorización, más que la relación entre laboratorios, editores, patrones, competidores, productos y el público próspero.

«Esto no era porque pensáramos que este tipo de relaciones no fueran centrales para la ciencia, sino porque pensamos que las interacciones entre materiales, personas e ideas se sumergían o se perdían en el entusiasmo de los estudios sociales».²⁰¹ Este es el tipo de pensamiento el que, a mi juicio, sigue estando vigente en la obra de Hacking. Reconoce que lo que le interesa de las diversas corrientes sociológicas o construccionistas es que mostraron de forma concreta y efectiva un nuevo modo de razonar y pensar la actividad científica en el laboratorio, así como también mostraron la puesta a prueba de la naturaleza mediante instrumentos. Pero la reflexión filosófica obliga a ir más allá, para relacionar el mundo del pensamiento, de la acción y de los productos que surgen de esta interacción.

3. INTERVENCIÓN EN EL LABORATORIO: EXPERIMENTACIÓN

Hacking considera que tanto Kuhn como Foucault han estado envueltos en las grandes narrativas de la ciencia, en el sentido de concebir la historia de la ciencia y del

²⁰⁰ Hacking, I., 'Introduction' en Buchwald, J. Z. (ed.), *Scientific Practices*, University of Chicago Press, Chicago, 1995

²⁰¹ *Op. cit.*, pág. 2

discurso humano en una narración única. En una línea diferente, Hacking profundiza en la práctica experimental desde una dimensión que podemos llamar la dimensión ‘micro’ del experimento. Para él, la experimentación es la intervención humana mediante aparatos en el laboratorio.

Con el término ‘experimentación’ se abandona la generalidad del término ‘experimento’, y el interés se focaliza en lo que sucede en el laboratorio, ubicando a la experimentación en tanto acción local, es decir, en un específico punto de alguna ciencia. Este enfoque generará una nueva clasificación de las ciencias, en las que se distinguirán las ciencias experimentales de las ciencias del laboratorio.

El laboratorio es una institución cultural con una historia (o más bien historias) [...] La idea de ‘laboratorio’ es una idea más restringida que la de ‘experimento’: muchas de las ciencias experimentales no son lo que yo denomino ciencias del laboratorio [...] son aquellas cuyas pretensiones de verdad contestan primariamente al trabajo hecho en el laboratorio. Estudian los fenómenos que rara vez o casi nunca suceden en estado puro antes de que la gente los produjera bajo su supervisión. Exagerando un poco, digo que los fenómenos bajo estudio son creados en el laboratorio. Las ciencias de laboratorio utilizan los aparatos en aislamiento para interferir el curso de aquellos aspectos de la naturaleza que están bajo estudio, el objetivo es incrementar el conocimiento, comprensión y control de tipo general o generalizable.²⁰²

Contemplar la práctica experimental en el laboratorio y desde una dimensión local hace que aparezca un nuevo binomio: la intervención y los efectos producidos. Este binomio sustituye la tradicional dicotomía entre teoría y experimento. Como acertadamente apunta Hacking, esta forma de ver la ciencia es simple sentido común, pero ha sido obviado por la filosofía. De esta manera, le parece importante distinguir entre ciencias experimentales y ciencias de laboratorio; la mayor parte de las ciencias intervienen con aparatos para obtener algún tipo de conocimiento. Como ejemplos señala en su mayoría los referidos a la física del siglo XX, aunque admite que muchas otras

²⁰² Hacking, I., ‘La autojustificación de las ciencias del laboratorio’ en Ambrogi, A. (ed.), *Filosofía de la ciencia. El giro naturalista*. (Traducción de R. Moreno Robles), Universidad Islas Baleares, Palma, 1999, pág. 218.

ciencias, como la biología molecular, también se ajustan a esta caracterización. La intervención, entonces, define a la ciencia de laboratorio; la astrofísica y la astronomía, por ejemplo, no son ciencias de laboratorio: utilizan una gran cantidad de sofisticados instrumentos, pero su práctica no se caracteriza por la intervención tal como él la entiende. Igual condición es aplicable a la botánica, la paleontología o las ciencias humanas en general.

El binomio intervención y efectos implica tres consideraciones básicas: asumir la actividad humana en la práctica científica, tomar en cuenta que esta se realiza con aparatos y aceptar que de esta intervención surgen los efectos científicos. Estos aspectos conducen inequívocamente hacia una reflexión en torno a los aparatos y al tipo de acciones realizadas en el laboratorio.

3.1. APARATOS

Aunque se pueden utilizar indistintamente los términos aparatos e instrumentos, Hacking nota una diferencia entre ellos: los instrumentos dan la idea de ‘recursos de estantería’, mientras que aparatos o artilugios son muchas veces los construidos especialmente para realizar los experimentos. Darles relevancia a los aparatos no significa que Hacking abogue por una filosofía de la tecnología. Su interés en ellos se orienta más bien a reconocer su presencia a lo largo de la historia de la ciencia, obviada generalmente por historiadores y por filósofos de la ciencia.

Los aparatos han extendido nuestra conciencia sobre el mundo. Por medio de ellos hemos ampliado nuestros horizontes y perspectivas, y se ha transformado el mundo social y cultural. En definitiva, nos hemos transformado nosotros mismos. Por otra parte, los aparatos nos obligan a alejarnos de una visión de la ciencia que Dewey ha denominado la ‘teoría del conocimiento del espectador’. Nos permiten ver que la ciencia es una actividad, y que como tal incluye diferentes variables.

También Hacking hace notar cierta actitud asumida por muchas tesis filosóficas con respecto a los aparatos y a la vida experimental: son ‘educadas’, ‘correctas’, pero profundamente condescendientes. Reconocen la necesidad de los instrumentos para el trabajo del laboratorio y expresan una gran admiración por sus hacedores, pero no van más allá de esta declaración de principios; ya con esto han alcanzado un suficiente grado de respeto. «‘Ahora olvidémonos de los instrumentos’, o algo así sospecha uno que el filósofo piensa».²⁰³

Si queremos establecer cómo se relacionan nuestros pensamientos con el mundo, la reflexión en torno a los aparatos es obligatoria y necesaria. Por medio de ella se desvela la existencia de tradiciones experimentales y tradiciones instrumentales que cuestionan esa visión monolítica de la filosofía de la ciencia acerca de la teoría y el mundo. Hacking, sin defender la tesis de la unidad de la ciencia, considera que, ante los grandes cambios teóricos, lo que mantiene la estabilidad en la ciencia es la continuidad de la tradición experimental e instrumental, a pesar de que muchas veces se entiende o se supone que son las teorías las que unifican. Y, específicamente, son los instrumentos los grandes estabilizadores.

La reflexión en torno a los instrumentos debe obedecer a sus particularidades, no puede ser de carácter general. Siguiendo esta premisa, en primera instancia resalta la distinción de tres tipos, a saber: los que pertenecen a la tradición de la imagen, como la cámara de niebla o la cámara de burbujas; los que se ubican en la tradición lógica, como la cámara de chispas, que sirven para contar fenómenos más que para ver; y los que son necesarios para procesar y analizar datos. Un segundo elemento que los caracteriza es el propósito para el cual fueron construidos. Aquí se encuentran los creados especialmente para determinados experimentos, y forman parte de esta gama los que terminaron ampliando sus radio de acción, como el termómetro, que se inventó para la medición de la temperatura y luego fue esencial para formar los conceptos de calor latente y calor específico; o la misma cámara de niebla de Wilson, determinante para detectar el

²⁰³ Hacking, I., ‘Experimentation and Instrumentation in Natural Sciences’ en Newton Smith, W. (ed.),

positrón, fue originalmente diseñada para simular fenómenos meteorológicos como las nubes.

Un tema que no debe soslayarse es el correspondiente a los hacedores de los instrumentos. Actualmente gran parte de ellos son comerciantes, vendedores que nos muestran cómo funcionan los aparatos. Los historiadores apenas se han ocupado de los fabricantes de instrumentos de Londres o Berlín del siglo XIX, por no mencionar a aquellos de Lisboa en el siglo XV.²⁰⁴

Dudo que fueran tan diferentes, excepto en el punto de la especialización, de lo que encontramos mirando las Actas de una conferencia sobre microscopía electrónica que está teniendo lugar mientras que escribo [...] Los conferenciantes son de la Shell Development, Westinghouse Research, Fuji, el Laboratorio de Investigación Avanzada de Hitachi, el Laboratorio de Optica Electrónica Analítica de Philips, así como de instituciones académicas de Basilea, Itaca, Friburgo y Moscú.²⁰⁵

Los fabricantes de las emulsiones nucleares, Kodak e Ilford, representaban la dimensión de la empresa privada en el espacio de la experimentación. Hoy día no sólo son las empresas comerciales quienes realizan los instrumentos de la ciencia, sino que también son ellas las que están produciendo investigación. Por lo tanto, el análisis de los instrumentos atañe áreas científicas, pero también áreas que esfuman la relación entre empresas, industrias y ciencia.

Todas estas consideraciones sirven de preludeo para poder abordar otro problema, ya vislumbrado en la narración experimental del capítulo anterior: la historia de la física nos muestra que los aparatos son condición de posibilidad del descubrimiento científico. Desde la década de los ochenta, cuando las presentó en *Representar e Intervenir*, Hacking ha manifestado que sus tesis son metafísicas, ya que indagan sobre lo que hay en el mundo. Y saber lo que hay en el mundo se ha hecho posible gracias a los aparatos,

Popper in China, Routledge, Londres, 1992

²⁰⁴ Hacking, I., 'La autojustificación de las ciencias del laboratorio' en *op. cit.*, pág. 225

²⁰⁵ *Ibid.*, pág. 228

a la tecnología. En la década de los noventa acepta que se hable ya de tecnociencia. Se pronuncia, de esta forma, en un debate que discute si nos encontramos en un momento en el que la ciencia ha llegado a su final.²⁰⁶

Estamos rodeados de productos médicos y tecnológicos. La vieja rabia contra la razón se ha transformado en fuertes sospechas con respecto a la tecnología, cuya percepción puede ser vista en tres fases. La primera de ellas es la luna de miel; la tecnología encantaba a todos. En una segunda etapa ya era motivo de prevención; se decía que excluía a la gente. Luego vino una tercera etapa en la que se asumía que la tecnología era en sí misma inhumana. Hacking piensa que estos problemas nacen a partir de ese imperativo que hemos sentido tan fuertemente desde el siglo XVII, que es el imperativo de interferir en la naturaleza para purificar, estabilizar y crear fenómenos en el laboratorio, y poder realizarlos después en producción masiva.²⁰⁷

No debemos distinguir ciencia pura de esta tecnología, sino hablar simplemente de 'tecnociencia'.²⁰⁸ La tecnociencia es el imperativo tecnológico que guía las investigaciones de armas y en consecuencia las estrategias corrientes para planificar la guerra. Sheldon Glashow cree que el conocimiento y sus usos son independientes: yo no.²⁰⁹

A mi juicio, esto implica que el imperativo tecnológico tiene dos consecuencias. En primer lugar, aceptar que la ciencia no es sólo producción de conocimientos, también es producción de vacunas, de sistemas de información, de medicamentos, de fertilizantes, de bombas atómicas etc., es decir, produce una serie de objetos, algunos de los cuales son beneficiosos y otros no. El conocimiento es uno de los objetivos de la ciencia, pero no el único. La otra finalidad de la ciencia es resolver problemas. En segundo lugar, admitir que el enlace entre ciencia y tecnología supone no poder distinguir tan fácilmente la producción del conocimiento con el uso que le demos. Hacking se distancia de Glashow cuando asume que el análisis de la práctica científica nos dice que el tipo de

²⁰⁶ Hacking, I., 'Disunified Sciences' en *op. cit.*

²⁰⁷ *Ibid.*, pág. 34

²⁰⁸ Sostiene que ha tomado este término de B. Latour.

²⁰⁹ *Op. cit.*, pág. 36

conocimiento al cual se abocan los científicos y sus posibles usos no es tan fácilmente separable.

A estas consideraciones habría que añadir un aspecto que Hacking ha trabajado en toda su obra: la capacidad de hacer realizable lo que antes se encontraba en el reino de lo posible. Y esto vale tanto para la creación de fenómenos en el laboratorio, como para la producción de artefactos para resolver los problemas que se le han ido planteando al hombre. Este paso de lo posible a lo real en los planos conceptual y material es clave en su pensamiento. No sólo producimos objetos materiales y develamos objetos del mundo, también se hacen posibles determinados modos de pensamiento.

Esta capacidad de hacer real lo que en principio es posible ha inducido a los diversos autores que trabajan la dimensión práctica de la ciencia a desarrollar alguna propuesta sobre la relación entre ciencia y tecnología. Echeverría, por ejemplo, distingue entre ciencia, tecnología y tecnociencia. Partiendo de la base de que ha habido una Revolución Tecnocientífica en el siglo XX, asume que la instrumentación científica y las aplicaciones técnicas derivadas de la investigación han sido dos de las grandes características de la ciencia experimental. Reestructurando la definición de M. A. Quintanilla,²¹⁰ adopta, en principio, el término ‘técnica’ para las técnicas artesanales pre-científicas y ‘tecnología’ para técnicas industriales vinculadas al conocimiento científico. Tanto la técnica como la tecnología conducen a múltiples capacidades de acción. Los casos concretos de acciones son realizaciones.²¹¹ En consecuencia, la filosofía de la tecnología no ha de centrarse en los artefactos o en las máquinas, sino en las acciones que pueden llevarse a cabo gracias a ellas.²¹²

De igual manera Echeverría comparte con Quintanilla la idea de que la filosofía de la tecnología es importante porque vincula la filosofía con la teoría de la acción. Se

²¹⁰ Quintanilla, M. A., *Tecnología. Un enfoque filosófico*, Fundesco, Madrid, 1989

²¹¹ Echeverría apunta que esta concepción es una modificación de algunas tesis sostenidas por Amartya Sen en *Bienestar, Justicia y mercado*, Barcelona, Paidós, 1997

²¹² Echeverría, J., *Introducción a la Metodología de la Ciencia*, op. cit., pág. 118

aleja de toda forma de instrumentalismo y determinismo tecnológico al subrayar que los agentes de las acciones técnicas son las personas y no las máquinas.

En Hacking al igual que en Galison no está tan clara la responsabilidad de los agentes científicos. Pareciera que Hacking acepta que el ‘imperativo tecnológico’ dirige de alguna manera el conocimiento y las consecuencias que esto implica. De hecho, reconoce que una vez que comienzan las preguntas —y estas pueden estar condicionadas por fines militares u otros—, en sí mismas determinan el tipo de conocimiento que se va a investigar; posteriormente, el contenido del conocimiento es independiente de lo que ocasionó la investigación. Galison, por su parte, defiende la tesis de que estas tradiciones instrumentales y experimentales están sumamente determinadas y que no es tan fácil salirse de sus condicionantes. Se puede inferir que Echeverría sí cree posible que mediante la evaluación de las acciones —a través de su distinción entre capacidad de acción y realización— cabría una mayor capacidad de decisión. De cualquier forma, aquí subyace un debate importante que intentaremos dilucidar al final del trabajo.

A Hacking, en todo caso, le interesan los problemas con respecto a los aparatos más bien de un modo conservador, como él mismo afirma. Explora qué tipo de relación se establece entre el aparato y ese objeto que ‘sale’ de él, es decir, qué tipo de ontología puede obtenerse a partir de la inclusión de los instrumentos. También le atrae indagar, aunque menos, el carácter de la evidencia experimental que surge de esa relación, esto es, el tipo de argumento que es sostenido como argumento experimental una vez que ha sido admitida la importancia de los instrumentos en su conformación.

4. LAS ACCIONES DE LA CIENCIA DEL LABORATORIO

Hacking plantea que la principal actividad experimental es la intervención en la naturaleza. Esta intervención es llevada a cabo con aparatos, siendo el laboratorio el escenario donde se manipulan entidades, sustancias y diversos objetos para ver qué es lo que sucede en la naturaleza. Así, la clave de una ciencia de laboratorio se advierte porque

se vale de ‘aparatos usados en aislamiento para interferir’, y porque el mismo acto de intervenir funciona como causa que produce efectos, estos son respuestas de la naturaleza y de determinados tipos de acciones. Desde esta concepción, la naturaleza no se nos muestra por sí sola; ella se abre, se despliega, según lo imponga la manera a la que fue sometida en una acción específica.

Pero, para lograr que se nos muestre de un modo determinado se requiere aislar los fenómenos. En términos de Hacking, quiere decir que se debe obtener de forma aislada y purificada (sin nada que interfiera) un fenómeno en particular. La necesidad de obtener este fenómeno aislado y purificado es lo que hace que sólo en el laboratorio tengamos efectos generados en estado puro. Vale hacer la comparación con el experimento de Wilson, en el que se vio que el hecho de que introdujera aire puro en la cámara de niebla propició uno de los cambios fundamentales con respecto a la tradición mimética. Galison reconocía en esta maniobra de Wilson una vía de introducir la noción experimental de conocer realmente la naturaleza sometiéndola a una artificialidad, y no imitándola. La intervención puede ser vista como un modo en que el hombre re-hace la naturaleza en el laboratorio para poder conocerla. El carácter artificial de la ciencia se debe justamente a esto, a que debemos aislar y purificar fenómenos que existen en la naturaleza y, además, a que luego somos capaces de crear otros.²¹³ Todas estas actividades exigirán que se examinen las consecuencias epistémicas y ontológicas. Aunque pueden ser de muchos tipos, en el caso de Hacking implicarán el rechazo al carácter esencial tanto del conocimiento como de la naturaleza.

Hacking asevera que además de la creación de fenómenos (sin duda, una de las producciones más importantes), hay dos actividades fundamentales dentro de la ciencia de laboratorio: la estabilización de los fenómenos creados y la medición.

La medición ha cumplido un papel estelar en la mayoría del trabajo experimental a partir de 1800; de hecho, un número muy grande de experimentos han sido pura

²¹³ Hacking, I., ‘The Disunities of the Sciences’ en *op. cit.*

medición. Por ejemplo, Herschel estuvo más de un año midiendo reflexiones, refracciones, grados de transmisión de la luz y del calor radiante; Hall trabajó duramente para medir el potencial eléctrico, que requería unas mediciones muy sensibles. Es posible pensar, entonces, que un número significativo de estas mediciones constituyen parte de nuestra reciente concepción de la actividad experimental en la física.²¹⁴

No obstante, para Hacking los valores de precisión no son tan importantes en sí mismos. A pesar de que las constantes de la naturaleza sólo pueden ser obtenidas cuando se alcanza una gran precisión en la medición, la importancia de esta, a su juicio, está relacionada con la creación de fenómenos. Con la precisión de la medición estabilizamos fenómenos, que de otro modo sería imposible: al tener medidas exactas, logramos que fenómenos que antes no existían, generados en estado puro, puedan ser estabilizados. Esta tarea de estabilizar es lo que caracteriza a las ciencias de laboratorio. La medición permite exhibir un fenómeno con una regularidad probada mucho mayor que la que nunca antes se había percibido.²¹⁵

Estabilizar se convierte así en una empresa clave. A partir de la afirmación de Hacking de que los experimentos raramente funcionan, comienza a abandonarse la imagen idílica de que estos confirman hipótesis previamente establecidas por el investigador, y empezamos a entender que una vez obtenido un fenómeno nuevo, la experimentación se aboca a lograr mantenerlo.

En relación con este problema, son pertinentes las consideraciones de Buchwald cuando señala que es esencial, aunque no fácil, distinguir dos tipos amplios de experimentos: aquellos realizados para obtener números dentro de parámetros que ya encajan en un esquema, y aquellos que se efectúan para probar nuevos efectos. Los primeros, que se pueden llamar experimentos de medida, eventualmente mutan en direcciones que no pueden ser confinadas dentro del esquema original, aunque su historia

²¹⁴ Hacking, I. 'Speculation, Calculation and the Creation of Phenomena' en Munévar, G. (ed.), *Beyond Reason*, op. cit, pág. 151

²¹⁵ *Ibid.*, pág. 153

se inicie con un modelo que permite una computación instrumental significativa. Los últimos, experimentos de descubrimientos, pueden no tener ningún modelo detrás de ellos, y si lo tienen, pueden no dar ningún tipo de estimación numérica.²¹⁶

Ahora bien, Hacking piensa que esta vida experimental, esta pluralidad de ejemplos, representa una dificultad para producir alguna caracterización metódica formal del experimento. Por lo tanto, el poder de generalización es muy limitado.

Trataré de devolver algunos grados de abstracción a la filosofía de la ciencia haciendo una lista de algunos elementos familiares de la actividad experimental en el laboratorio. Debemos abstenernos de trazar un conjunto de distinciones demasiado estrictas. Las descripciones de los procedimientos experimentales han sido reglamentadas durante mucho tiempo tanto como parecer que tienen mucho en común.²¹⁷

El formato para redactar un informe de laboratorio es inculcado en el mundo académico y se preserva, modifica o refuerza en los borradores y en las revistas. En su mayor parte, la modesta uniformidad es ampliamente un artificio del modo en que nuestra cultura científica quiere concebirse a sí misma y de cómo tiene mucho que ver con nuestra construcción de lo que llamamos objetividad. Si admitimos que hay menos puntos en común entre los experimentos, tal como lo hace Hacking, se pueden distinguir aspectos diferenciales y reconocer que varían según los casos y las ciencias.

Su lista de elementos puede dividirse en tres grupos: Ideas, Cosas y Marcas, que se estudiarán en el siguiente apartado. Afirma que su aporte más valioso es lograr una especie de clasificación que dé cuenta de la variedad y multiplicidad de algo tan complejo como la actividad científica.

Hacking reconoce que aunque las fronteras entre la dimensión externa e interna del laboratorio son difusas, como advierte Galison, a él le interesa más lo que podría

²¹⁶ Buchwald, J. Z., *op. cit.*, pág. 200

²¹⁷ Hacking, I. 'La autojustificación de las ciencias de laboratorio', *op.cit.*, pág. 228

denominarse el carácter interno de la práctica experimental. En esta clasificación intenta un ordenamiento que incluya las prácticas en tanto prácticas materiales, las cuales se encuentran, evidentemente, insertas en un mundo de *ideas y pensamientos*, pero que también generan fenómenos creados o re-creados en el laboratorio, que tienen que ver con el mundo. Al producto de esta actividad —los diferentes productos cognoscitivos— lo denominará *marcas y manipulación de marcas*. En realidad, Hacking apunta a configurar un nuevo modo de clasificar las relaciones entre el pensamiento, el lenguaje, la acción humana y la realidad.

Si en el siglo XVII el conocimiento y su relación con la realidad se establecía por medio de la relación de las ideas, las palabras y las cosas, ahora se trata de erigir nuestra manera actual de entender esa relación. De manera que a Hacking no le parece tan necesario realizar un estudio detallado de las actividades más importantes del laboratorio, pues estima que lo más importante es la generación de un nuevo enfoque de considerar los problemas filosóficos a partir de la inclusión de las prácticas materiales.

No pretende entonces ni centrarse en casos específicos y particulares, aunque remite a ellos constantemente, ni obtener un conocimiento general de los experimentos, dado que, como señala a lo largo de su obra, la diversidad y pluralidad de la actividad científica impiden este tipo de conocimiento para la ciencia, y más aún para las diferentes relaciones entre la teoría, las prácticas y el mundo. «En filosofía debemos esforzarnos tanto por lo particular como por lo general».²¹⁸ La formulación de esta posibilidad es, en primer lugar, mediante una taxonomía de la actividad experimental, y en segunda instancia, por medio de la consideración de algunos de los problemas filosóficos que se derivan de contemplar la actividad experimental en tanto actividad interventora; y uno (aunque no el único) de los temas filosóficos que asume como primordial es el problema de la autojustificación.

²¹⁸ *Op.cit.*, pág. 228

5. LA TAXONOMÍA

Para organizar los elementos de la actividad experimental, Hacking propone la siguiente clasificación, ‘inofensiva’ en un principio, según lo aclara. Entiende por *Ideas* los componentes intelectuales de un experimento. En general, se refiere con este término a diversos aspectos teóricos:

- a) *Preguntas*. «Las preguntas van desde las raras que enfatizan los filósofos: ‘¿cuál de esas teorías en competencia es verdadera o falsa?’ hasta la más común ‘¿cuál es el valor de esta cantidad?’». ²¹⁹ Aunque Hacking admite que existen ciertos experimentos cruciales que realmente plantean distinciones entre teorías, la mayor parte de las veces las preguntas que se hacen en el experimento son precisas y concretas. Es el ejemplo de Wilson cuando buscaba saber si el fenómeno de la ionización era un artificio de su cámara de niebla o era, por el contrario, algo que realmente se producía en el aire.
- b) *Conocimiento de fondo*. Es un conocimiento que se encuentra en la base de toda experimentación, general y previo, y normalmente no se toma en cuenta o no se sintetiza cuando se escribe el experimento. Tanto el conocimiento de fondo como las expectativas no están sistematizadas, pero obviamente existen; ‘la ciencia sin creencias de fondo produce sinsentidos’. En el caso del experimento de Wilson, podríamos considerar los conocimientos establecidos por las ciencias morfológicas, representadas por la geología, la meteorología, etc. Y, por otro lado, lo que los filósofos naturales e investigadores abstractos consideraban las leyes universales de las descripciones particulares, como, por ejemplo, la termodinámica de Maxwell y la teoría de Kelvin del calor.
- c) *La teoría sistemática*. Esta constituye la teoría del tipo general y de alto nivel acerca del tema, y por sí misma puede no tener consecuencias experimentales. La cámara de

²¹⁹ *Op. cit.*, pág. 229

niebla transitó entre dos teorías, que luego se convirtieron en sistemáticas: la meteorología y la física de partículas elementales. Por más de dos décadas, la cámara logró crear una ‘zona híbrida’, que fue la física de la condensación, la cual durante cierto tiempo llevó a sus practicantes, a sus instrumentos, a sus técnicas, a sus entidades teóricas y a sus metas cognoscitivas por ambas ramas del conocimiento.

- d) *Hipótesis tópicas*. Normalmente son consideradas leyes fenomenológicas. Aquí es donde se ubica lo que conecta la teoría sistemática con los fenómenos, y es lo que el empirismo lógico denominaba a través de Hempel ‘principios puente’. Para Hacking este nombre es atractivo, pero la palabra ‘principio’ le sugiere la idea de algo que no puede ser cuestionado, percepción que contraviene su interés en destacar siempre la plasticidad con la que se trabaja en el laboratorio.

Hipótesis se utiliza aquí en el sentido anticuado de algo más fácilmente criticable que la teoría [...] Es una virtud de la filosofía de la ciencia reciente haber vuelto a reconocer de forma creciente que la mayor parte del trabajo intelectual de la ciencias teóricas se conduce a este nivel más que en el del gas enrarecido de la teoría sistemática.²²⁰

Es el ejemplo Thomson cuando creía que los iones constituían una partícula eléctrica subatómica y que eso hacía suponer la existencia de iones positivos y negativos; lo que para Thomson era una hipótesis tópica incuestionable, para Wilson era un asunto que estaba sometido a cuestionamiento todo el tiempo a través de su trabajo con la cámara de niebla.

- e) *Modelado de aparatos*. En esta rúbrica se ubican las teorías de los instrumentos, es decir, la construcción de modelos teóricos y de funcionamiento de los aparatos.²²¹ Se distingue en importancia la teoría fenomenológica que nos permite diseñar los instrumentos y calcular cómo se comportarán: si bien hay mucha teoría en el diseño del aparato, gran parte de las veces se necesita además un conocimiento técnico y

²²⁰ *Op.cit.*, pág. 230

²²¹ *Ibíd.*

específico particular para realizarlo. Es el caso de las emulsiones nucleares o de la misma cámara de burbujas, detectores que requirieron conocimientos que iban más allá de la teoría disponible. Hacking refiere el ejemplo de la teoría de las supercuerdas, una de las teorías unificadas. Construida en nueve dimensiones, no tiene consecuencias experimentales en absoluto. La tarea de un tipo de fenomenología es articular la teoría para que se ajuste a nuestra realidad de tres o cuatro dimensiones; se trata de inventar hipótesis tópicas. Por lo tanto, no es lo mismo establecer hipótesis tópicas que ir determinando el modelado de los instrumentos.

En lo referente a *Cosas o Dimensión Material de Experimento*, especifica lo siguiente:

- a) La *diana* o el objetivo. Es común en la física describir utilizando una analogía militar. En la actividad experimental se fijan objetivos, se intenta conocer o trabajar algo (el fenómeno de la condensación) o el reconocimiento de determinados comportamientos de la materia (las emulsiones nucleares). Se debe distinguir la preparación de la sustancia u objeto en cuestión, de la posterior modificación. Un ejemplo lo ofrece la preparación de la muestra celular: antiguamente, se preparaba colocándole anilina, pero la modificación de la muestra ocurre cuando se le inyecta algo a la célula para que acontezca otro suceso diferente al estado inicial. Esta actividad refleja la dimensión consciente de lo que se va a realizar, y algunas veces tiene consecuencias previstas, otras veces, no.
- b) *Fuentes de la modificación*. Están vinculadas a los aparatos, a aquello que utilizamos para relacionarnos con respecto al objetivo. En la física de las emulsiones nucleares la fuente ha sido de tipo natural, los rayos cósmicos, luego de tipo artificial con los aceleradores, los cuales constituyen una fuente de energía y modificación que puede

ser controlada en el laboratorio desde los cuartos de control. Maxwell distinguía entre fuente de energía y aparatos de transporte de energía²²².

- c) Los *detectores*. Estos aparatos determinan o miden el resultado de la interferencia o la modificación de la diana. En los ejemplos referidos, son detectores la cámara de niebla, la cámara de burbujas y la cámara de chispas. En palabras de Hacking:

Comúnmente incluimos como aparatos tanto a los detectores como a las fuentes de modificación. En muchas circunstancias los detectores se denominan instrumentos, pero no sólo son instrumentos. Muchos de los detectores más imaginativos pueden convertirse en lo que yo denominaré herramientas: el interferómetro de Michelson, uno de los detectores más sutiles sobre la tierra, se ha convertido, por ejemplo, en una herramienta para eliminar algunos de los errores instrumentales que plagan las técnicas de producción de imagen astronómica.²²³

- d) *Herramientas*. En general, consisten en lo que se denomina ‘recursos de estantería’. Aunque son difícilmente comparables con la fuente de modificación o los detectores, no podemos funcionar sin ellos. Esta categoría residual de las herramientas se superpone a lo largo de toda la vida experimental. Hacking hace ver que lo que en un momento determinado constituye el producto de una investigación de primera línea, luego pasa a conformar parte de nuestros logros científicos como recursos necesarios, es decir, como herramientas. Muchas veces se utilizan los mismos instrumentos para diversos tipos de actividades y experimentos; existe una larga trayectoria de instrumentos y conocimiento instrumental. Remitámonos al ejemplo de Glaser: cuando pasa de la cámara de burbujas o de la física de partículas a la microbiología, se lleva, aparte de sus conocimientos teóricos y experimentales, sus instrumentos para trabajar en un área totalmente diferente.

- e) *Generadores de datos*. En el pasado, una cámara que tomaba micrografías de un microscopio electrónico era un generador de datos que fotografiaba una imagen

²²² Galison, P., *How Experiments End*, op. cit., pág. 24

²²³ Hacking, I., ‘La autojustificación de las ciencias de laboratorio’, *op.cit.*, pág. 232

visible para su estudio, análisis o registro. Hoy, la cámara es con mayor frecuencia el detector. En la narración experimental del capítulo anterior vimos que, al principio, la función de los ordenadores era reducir datos y permitir un mejor análisis de lo que sucedía en las emulsiones o en la cámara de burbujas; posteriormente se fueron convirtiendo en un detector, dado que, con el advenimiento de los programadores, el procesamiento de datos y su reducción se transformaron en parte del experimento mismo. ¿Hasta qué punto se analizaban datos? ¿hasta qué punto el análisis de los datos constituye parte del descubrimiento?. Si todavía puede hablarse de esta distinción, a lo sumo hay que admitir que se ha tornado difusa.

Finalmente, los aspectos concernientes a *Marcas y Manipulación de Marcas*, último integrante de la clasificación de Hacking:

- a) *Datos*: son el producto de un generador de datos. «Por datos quiero decir inscripciones no interpretadas, gráficas que registran variaciones en el tiempo, fotografías, tablas, imágenes. Estos están recogidos en el primer sentido de mi palabra comodín ‘marca’». ²²⁴ Algunos llaman a este tipo de datos ‘datos brutos’, y otros objetarán que volvemos al mito de ‘lo dado’.

Estoy de acuerdo en que en el laboratorio no hay nunca nada meramente dado. Las mediciones se toman, no están dadas. Los datos se construyen, pero como una primera aproximación, la fabricación y la toma vienen antes de la interpretación. Es verdad que rechazamos o descartamos los datos putativos porque no cuadran con una interpretación, pero eso no demuestra que todos los datos estén interpretados [...] en el proceso de ajuste podemos sacrificar cualquier cosa desde un micrótopo a un ciclotrón. ²²⁵

- c) *La interpretación de los datos*. De esta admite Hacking que «necesita al menos una teoría en el nivel del conocimiento de fondo, y a menudo en todos los otros niveles

²²⁴ *Op. cit.*, pág. 233

²²⁵ *Ibíd.*

incluidos la teoría sistemática, la teoría tópica y el modelado de los aparatos.»²²⁶ Piensa que los púlsares proporcionan un ejemplo fácil al respecto: una vez que se reconoció la teoría de estos objetos celestes, fue posible mirar de nuevo los datos de los radioastrónomos y encontrar amplia evidencia de su existencia.

Esta clasificación no es inamovible; sus elementos pueden modificarse, al menos, de forma potencial. Hacking omite deliberadamente las visiones del mundo, los estilos de razonamiento científico, los *themata* de Holton. Galileo veía el mundo matemáticamente, Kelvin lo veía como mensurable, pero, en general, no es posible admitir que los experimentadores usan estas visiones al momento en que realizan sus experimentos; tampoco las modifican en el transcurso de ellos. Hacking también se reserva sus apreciaciones con respecto a la vida de los experimentadores (sus negociaciones, sus intereses, etc.), pues, como ha señalado, le interesa limitar la reflexión al carácter interno del laboratorio.

6. LA AUTO-JUSTIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS DEL LABORATORIO

La taxonomía que propone Hacking pretende dar un orden y una organización a la multiplicidad de elementos que encontramos en la práctica experimental. De este modo, la relación entre modelos, teoría, aparatos y realidad tiene que ver con lo que Hacking llama la estabilización local del *milieu* del experimento.²²⁷ Lo que garantiza la estabilidad del experimento y también, de alguna manera, de la ciencia, es el ajuste de la diversidad de elementos involucrados. Así, «la ciencia del laboratorio estable surge cuando las teorías y los equipamientos de laboratorio evolucionan de tal manera que se ajustan unas a otras y se autojustifican mutuamente».²²⁸

²²⁶ *Op. cit.*, pág. 235

²²⁷ Hacking, I., 'Experimentation and Instrumentation in Natural Science', *op. cit.*

²²⁸ Hacking, I., 'La autojustificación de las ciencias del laboratorio', *op. cit.*, pág. 241

El concepto de autojustificación alude a dos problemas que se originan a partir de analizar la ciencia en tanto actividad. Uno de ellos consiste en establecer cómo es que se da ese ajuste, o más bien, qué tipo de análisis supone la referencia a una autojustificación. El otro problema lo representa la necesidad de considerar, ya sin una separación tajante, los procesos de la práctica y sus productos. Este es un mérito que han tenido los construccionistas, al señalar los modos en que los procesos y los productos cognoscitivos se relacionaban entre sí.

Si contemplamos las vías recorridas por la filosofía de la ciencia para escudriñar la relación entre la teoría y el experimento, podemos también referir a un cierto tipo de ajuste. Los positivistas lógicos, a través de sus ‘principios puente’ o reglas de correspondencia, encontraron una manera de conectar el mundo de las teorías con las proposiciones protocolares. Igualmente, Kuhn sostiene que gran parte de la ciencia normal está consagrada a estabilizar lo que en el mundo de la teoría se encuentra implícito. En este sentido, el ajuste o la autojustificación que propone Hacking tiene puntos en común con la filosofía que lo antecede. Sin embargo, cabe distinguir algunos aspectos en que se aparta de las concepciones anteriores.

Hacking descarta diversas nociones asentadas por mucho tiempo. Para comenzar, niega el carácter esencialista de la naturaleza y el carácter de la verdad en tanto correspondencia con la realidad. Esto significa que no admite que invoquemos a la naturaleza como la manera última de explicar la posibilidad de la ciencia. A pesar de defender fuertemente el realismo, no comparte los argumentos de las tesis defendidas por el realismo científico.

Puede decirse que hay poca novedad en su planteamiento sobre la creación de aparatos de donde se generan datos que confirman o no las teorías; también puede afirmarse que es un argumento de tipo circular. Pero, para Hacking, lo que básicamente se ha comenzado a contemplar con este planteamiento es la relación entre la práctica experimental y el mundo, concebidos ambos desde una visión materialista. En esta

visión, además de considerar la dimensión material de los instrumentos, de las prácticas y del mundo, también se está incluyendo la materialidad de los conceptos, como es el caso del concepto mismo de autojustificación. Este no surge de la nada, surge como respuesta a la interacción entre todos los elementos que se estabilizan en la práctica experimental. No debemos olvidar que uno de los objetivos de su filosofía está centrado en anclar las dimensiones tradicionales de la filosofía (ontología, lógica y epistemología) en las prácticas humanas, vitales y siempre en continua modificación.

De esta forma, le reconoce a N. R. Hanson que siempre hay algo de carga teórica en nuestras prácticas, así como también le concede a Goodman que muchas veces el ajuste entre las ideas, las prácticas y el mundo se da ‘a la vez’. Es evidente que hay un juego —al cual no podemos escapar— entre la teoría y la observación, «pero esta es una mísera cuarta parte de la verdad. Hay un juego entre muchas cosas: datos, teorías, experimentos, fenomenología, equipamiento, procesamiento de datos.»²²⁹

Las teorías maduran en conjunción con una clase de fenómenos y, al final, nuestra teoría y nuestras formas de producción, investigación y medición de los fenómenos se definen mutuamente. No obstante, esto supone admitir que las teorías no se comparan con el mundo pasivo; no formulamos conjeturas para luego únicamente observar si son verdaderas. Inventamos aparatos que producen datos y aíslan o crean los fenómenos, y una red de niveles diferentes de la teoría es verdadera con respecto a estos fenómenos. A la inversa, al final podemos contar como fenómenos sólo aquellos cuyos datos pueden ser interpretados por la teoría. «Así se desarrolla un curioso ajuste hecho a la medida entre nuestras ideas, nuestros aparatos y nuestras observaciones. ¿Una teoría coherentista de la verdad? No, una teoría coherentista de pensamientos, acciones, materiales y marcas.»²³⁰

²²⁹ *Op. cit.*, pág. 240

⁵² *Ibid.*, pág. 243

Esto implica admitir que existen diferentes tipos de teorías, diferentes niveles de teorías, pero que éstas se relacionan con distintos dominios de fenómenos, y es así, en gran parte, porque tenemos diferentes tipos de instrumentos. Obviamente, esta visión pone en juego una diversidad y una pluralidad muy grande, pero Hacking no sólo no se asusta, la celebra. En consecuencia, obtenemos un nivel de coherencia, nunca global y absoluto, siempre parcial: determinadas teorías con determinados instrumentos generan determinados tipos de fenómenos. Al asumir este nivel de coherencia, se les otorga a los instrumentos un papel fundamental dentro de la estabilización de la ciencia; lo cual implica que uno de los modos en que logramos unir los fenómenos del mundo con nuestras ideas y pensamientos se da por medio de aquellos: «El proceso de modificación del funcionamiento de los instrumentos —tanto materialmente (los mejoramos) como intelectualmente (redescribimos lo que hacen)— provee el pegamento que mantiene nuestros mundos material e intelectual unidos. Esto es lo que estabiliza la ciencia».²³¹

Hacking considera que el tipo de ajuste que se crea entre las ideas, las cosas y las marcas es muy difícil de lograr; juzga que si bien hay un ajuste entre todas estas instancias, una vez obtenido, no es fácil que se encuentren diversos tipos de ajuste. En lo que concierne a este problema, Hacking remite a la confrontación entre Pickering y Galison. Pickering ha defendido que este ajuste es sumamente plástico, mientras que Galison opina que se encuentra muy determinado, o al menos, que el ajuste es cualquier cosa, menos plástico. Para Hacking, este es el debate al que tenemos que dirigirnos, es decir, la filosofía tiene que ocuparse de aspectos locales de la experimentación, e intentar ir fijando el modo en que se logra este acuerdo. Por otra parte, puede ser que logremos obtener algunas conclusiones generales, pero esto no será posible mientras que no se contemplen efectivamente las prácticas. Esta discusión será tratada al final del trabajo.

Aparte de los aspectos indicados, de esta dimensión del ajuste le interesa señalar que en este proceso se mezclan de algún modo lo que en términos tradicionales se ha

²³¹*Op. cit.*, pág. 244

denominado cuestiones ontológicas y epistémicas. Normalmente se ha aceptado que ellas pueden ser tratadas de forma separada. «El lector más realista se da cuenta [...] cómo nuestro sistema de hacer y calibrar aparatos se encuentra muy cercanamente relacionado a lo que decimos que realmente sucede».²³² En esta nueva visión, se torna muy difícil separar lo que existe (el efecto Hall, por ejemplo) de los modos en que se logrado producirlo. Este problema entraña dos perspectivas. Una da pie al análisis según el cual el efecto es una consecuencia de la intervención y el mundo. Es decir, que constituye un punto de intersección tal, que no podemos distinguir fácilmente cuestiones de existencia (ontológicas) por un lado, y cuestiones cognoscitivas (epistémicas), por otro; el estudio de Hacking de esta dimensión será tratado en los próximos capítulos. La otra perspectiva es la aportada por los construccionistas, los cuales acceden a este problema desde la noción de los procesos implicados en el resultado final de la ciencia. Hacking denomina a esta perspectiva el problema de la contingencia o de lo inevitable.

7. EL PROBLEMA DE LA CONTINGENCIA

El ajuste puede ser visto como el problema del proceso y el producto. Si la estabilización se logra cuando hemos establecido un acuerdo coherente entre las ideas, las cosas y las marcas, los construccionistas alegan que el proceso de ajuste es el que condiciona el producto. En otras palabras, las prácticas científicas constituyen un manera de ajustar nuestras teorías con el mundo, y este modo de concebir el ajuste le da estatuto a la producción científica. El resultado científico no es, así, producto de la naturaleza (al menos no exclusivamente), sino producto de una construcción. Hacking llama a este proceso el problema de la contingencia o de lo inevitable, ya que, por ser un proceso construido, en el fondo subyace la idea de que se podría haber obtenido otro tipo de conocimiento, el resultado podría haber cambiado; y también el contenido de la ciencia podría haber sido otro. Para los que defienden el tema de la contingencia, no hay nada que esté determinado de antemano en el camino de la ciencia.

²³² Hacking, I., 'Artificial Phenomena', *op. cit.*, pág. 237

El construccionista respecto a la idea de los quarks mantiene, así, que el resultado del proceso de ‘acomodación y resistencia’²³³ no está completamente determinado [...] antes que se haya alcanzado un ajuste robusto, no está determinado cuál será el ajuste. Ni determinado por cómo es el mundo, ni determinado por la tecnología ahora existente, ni determinado por las prácticas sociales de los científicos, ni determinado por intereses o redes ni determinado por el genio, ni determinado por nada.²³⁴

Hacking asume la contingencia en dos problemas básicos: 1) Se pregunta sobre si los resultados de la ciencia son inevitables, es decir, si cualquiera llegaría tarde o temprano a los mismos resultados, por distintos caminos que hubiera tomado: ¿Acaso se hubiera llegado al actual conocimiento de las partículas elementales de la materia, o al de la genética molecular, en el caso del estudio de la naturaleza humana, si se hubiera escogido otra ruta de acceso?.²³⁵ 2) Le interesa precisar hasta qué punto el modo en que nos hacemos las preguntas determina el tipo de respuesta.

Accede al último problema, en un inicio, por la relación de la forma y el contenido, mediante las propuestas de N. Jardine.²³⁶ Para este autor, una vez que se realizan determinadas preguntas, las respuestas se encuentran de alguna manera determinadas; constituyen el contenido de la ciencia. Hacking no es contingentista en lo que respecta al contenido de la ciencia, pero sí lo es con respecto a las preguntas, dado que estas constituyen la forma de la ciencia. Las preguntas se realizan en determinados marcos o matrices y pueden estar condicionadas de muchas maneras y ser de muy diferentes tipos.

²³³ Términos utilizados por Pickering para mostrar cómo los procesos del ajuste son recursos de carácter ‘plástico’.

²³⁴ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 125

²³⁵ Hacking, I., ‘How Inevitable are the Results of Successful Science?’ en Howard, D. A. (ed.), *Philosophy of Science. Proceedings of the 1998 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. Supplement to vol. 67, part II, n.º 3, 2000

²³⁶ Jardine, N., *The scenes of inquiry: on the reality of questions in sciences*, Clarendon Press, Oxford, 1991

Por una forma de una rama de conocimiento entiendo un conjunto estructurado de enunciados declarativos que representan posibilidades, esto es, enunciados que pueden ser verdaderos o falsos, junto con técnicas para determinar cuáles son verdaderos y cuáles son falsos. Se trata de un a priori histórico, lo posible en una época es impensable en otra.²³⁷

De esta reflexión se desprenden categorías importantes: lo posible y lo imposible, lo pensable y lo impensable. Las formas conforman un conjunto de posibilidades, pero ellas constituyen una pre-condición para el contenido. Pero las formas son múltiples y, además, cambian y se modifican. Tenemos diferentes tipos de formas para los diferentes trozos de conocimiento, y esto hace que no podamos tener nunca una forma única y totalizada ni del conocimiento ni del mundo. Por otra parte, los determinantes de las formas, esto es, el contexto que permite el tipo de preguntas que son posibles hacer, pueden ser instrumentales, sociales, producto de intereses económicos o militares, etc. Lo que condiciona la forma puede variar y, de esta manera, se establece que las preguntas suponen posibilidades, por cuanto estas advienen de una manera contingente, que a la vez las hace posibles. Para iluminar el problema de lo pensable y lo imposible, Hacking utiliza el ejemplo del núcleo del átomo:

Podemos dar testimonio del nacimiento del núcleo, como posibilidad real, en los años 1890-1912. En 1870 no era pensable que un átomo estuviera constituido por una concentración de masa infinitamente pequeña dentro de un vacío en cuyos límites externos se encuentran las restantes partes del átomo. Es cierto que Maxwell dijo que las moléculas debían tener estructura, pero el átomo de Rutherford era impensable. Ciertas posibilidades no existían para nosotros y sólo entraron en acción gradualmente a medida que los electrones fueron postulados y luego conocidos. Incluso cuando Rutherford tuvo el núcleo en 1911, tardó mucho en hablar de él y, al principio, no llamó demasiado la atención sobre el tema en los pequeños congresos de la época. Realmente tardó dos o tres años no en aceptar el núcleo como un hecho, sino en pensar en él como una posibilidad. El problema de Rutherford no era tanto que el átomo tuviera núcleo, cuanto transformar una forma de conocimiento para hacer que un átomo con un núcleo fuera una posibilidad (y simultáneamente un hecho conocido).²³⁸

²³⁷ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 281

²³⁸ *Ibid.*, pág. 282

Hay categorías que logran hacerse posibles, son posibles de ser pensadas; otras son simplemente impensables y quedan excluidas de las prácticas humanas, y otras más pueden ser sin sentido, al estilo Wittgenstein, aunque es distinto de ser impensables. De esta manera, si bien las formas constituyen una pre-condición, puesto que establecen lo que puede ser posible, sin sentido o simplemente impensable, esto es modificado continuamente mediante las prácticas. Las formas del conocimiento no son inmutables como los conceptos a priori kantianos; son a priori históricos, en tanto tienen un origen. A veces permanecen con nosotros por mucho tiempo, como el caso del estilo de laboratorio, otras, simplemente las abandonamos. Estas reflexiones serán abordadas en lo que Hacking postula como los estilos de razonamiento científico.

Hacking es contingentista, en el sentido de que estas formas pueden estar condicionadas por intereses (por ejemplo, determinar misiles con precisión responde a intereses militares), o pueden estar determinadas por la creación y estandarización de los detectores, por fuerzas externas ajenas completamente a la investigación, o por las técnicas de las que se dispone hasta ese momento.

Su contingencia es manifiesta cuando asume las preguntas dentro de esta multiplicidad de factores, pero ya no es tan clara esta característica en su visión con respecto al resultado, al contenido del conocimiento: da por sentado que ahí, afuera, hay un mundo que interactúa con nosotros, y los trozos de mundo a los cuales accedemos tienen también una posición activa en la interacción y establecen determinantes importantes.

Es en este contexto de la autojustificación donde surgen actualmente importantes polémicas. No obstante, para Hacking este contexto genera la base material necesaria para continuar con otro tipo de reflexión que son los estilos de razonamiento científico. «La autojustificación es un concepto material, pertinente a la forma en que las ideas, las

cosas y las marcas se ajustan mutuamente». ²³⁹ Desde esta visión, se percibe la ciencia en acción, para decirlo en palabras de Latour. Permite ubicarnos en la dimensión vital, material y práctica de la ciencia. Mediante ella podemos incluir en nuestro análisis las condiciones contingentes que determinaron cierto tipo de preguntas; se pueden contemplar lo que los construccionistas denominan intereses, y también otro tipo de determinantes sociales o instrumentales dentro de la práctica científica. También podemos situar en esta dimensión las teorías y los modelos, en tanto conforman parte del ajustamiento con los instrumentos disponibles o creados para tal fin; los productos a los que denomina marcas. En resumen, es la visión dinámica de la vida experimental.

La reflexión de Hacking continuará por otros ámbitos, pero, de cualquier modo, siempre insiste en que lo primero que tenemos que contemplar es la vida de la práctica experimental, entendida esta como la intervención y creación del hombre en el mundo, y que es aquí donde se gesta la posibilidad de unir o entrelazar nuestra razón con el mundo. Galison lo precisa con esta conveniente reflexión:

Pensando atrás en torno a una larga carrera de trabajo de campo, Claude Lévi-Strauss hizo una pausa para comentar la casi universal veneración por el atardecer. ¿Por qué, se preguntaba, la puesta de sol despierta mucho más interés que su geoméricamente similar amanecer?. Los amaneceres, de acuerdo con el antropólogo, sugieren algo acerca del clima que vendrá. Pero, el atardecer, refractado a través del polvo y de las gotas trajinadas por todo lo que ha sucedido, resume brevemente la historia completa del día. El final de un experimento se asemeja a esta puesta de sol, recapitulando en un contexto humano el encuentro de la razón con el mundo. ²⁴⁰

²³⁹ Hacking, I. 'La autojustificación de las ciencias de laboratorio', *op. cit.*, pág. 236

²⁴⁰ Galison, P., *How Experiments End*, *op. cit.*, pág. 278

Asumir la actividad científica como práctica interventora obliga necesariamente a considerar, en un apartado fundamental, la producción de efectos científicos, ya que ellos constituyen la consecuencia inmediata de la intervención. Hacking adopta el término ‘creación de fenómenos’ para referirse a ellos. Sin embargo, la terminología implicada en esta instancia ha generado —y todavía genera— no pocas controversias en la discusión filosófica, como se expondrá en este capítulo.

A pesar de que la práctica de la ciencia ha vinculado, desde el siglo XVII, en una relación constante lo natural y lo artificial, la referencia de Hacking a la creación de fenómenos en el laboratorio no ha sido considerada una terminología aceptable en el vocabulario filosófico. Esto se debe, en parte, a que la filosofía de la ciencia ha privilegiado las reflexiones de carácter lógico-lingüístico, tendencia que prevaleció en el siglo XX con el pensamiento neopositivista y, como hemos visto, también con Kuhn. Estas perspectivas han determinado un modo de concebir la ciencia y la filosofía. Según lo observan Ferreiros y Ordóñez²⁴¹, otro elemento que contribuyó a ello es el hecho de que los primeros cincuenta años de la física del siglo XX estuvieron marcados por la Teoría de la Relatividad de Einstein, lo que afianzó y promovió en el escenario de la ciencia y de la filosofía el énfasis en los análisis lógicos y teóricos.

Ayuda a reforzar esta orientación el rol de ejemplo paradigmático de la ciencia que se le ha asignado a la física, puesto que ella es la que nos dice qué hay en el mundo, cómo es. No obstante, justamente ha sido la física uno de los lugares más destacados desde donde ha partido lo que Echeverría²⁴² denomina la Revolución Tecnocientífica del siglo XX. Esta concepción de la actividad científica no se produce sólo en el ámbito de la física; en las últimas décadas, la biología molecular y la genética han pasado a tener un

²⁴¹ Ferreiros, J. y Ordóñez, J., ‘Presentación: Hacia una filosofía de la experimentación’, *op. cit.*, pág. 214

²⁴² Echeverría, J., *Ciencia y valores*, Destino, Madrid, 2002

desarrollo sumamente considerable. Como indica M. J. Santesmases,²⁴³ si bien la biología ha tratado de emular la física desde el siglo XIX, ha tenido que ir estableciendo sus propios modos de concebir la medición, el control, etc.

Los efectos de la actividad científica son múltiples y producen consecuencias en todos los ámbitos de las prácticas humanas. Aquí trataremos, obviamente, los estudiados por Hacking. Esto nos llevará a explorar las implicaciones de los fenómenos producidos en tanto objetos del mundo, y los efectos prácticos de la ciencia, que han transformado nuestro mundo material y, en términos generales, nuestra vida. Estas consideraciones también comprenderán las reflexiones de Hacking en cuanto a los cambios que la actividad científica genera en los ámbitos del pensar y del razonar, y sus repercusiones en el modo de enlazar nuestros pensamientos con el mundo.

1. LA CONTROVERTIDA TERMINOLOGÍA

Hacking no deja de preguntarse si en realidad necesitamos una nueva semántica para la ciencia real, una que esté basada en la ‘locución verdadera de los hechos’, pero no de un tipo de mundo metafísico, sino los hechos acerca de los fenómenos creados por los experimentalistas.²⁴⁴ Utiliza los términos ‘efectos’ y ‘creación de fenómenos’ para enfatizar diferentes aspectos de un mismo hecho. Esta variación es la que hace problemática a la terminología, y sobre ella intentaré dilucidar algunos aspectos.

El propio Hacking admite que para el modo en que realmente concibe la práctica científica, puede ser que el término ‘creación’ «sea muy fuerte o un poco exagerado». Sin embargo, parece inevitable que en el discurso filosófico, aun con el cuidado que se tome para precisar su alcance semántico, la terminología que se introduzca levante sospechas

²⁴³ Santesmases, M. J., ‘¿Artificio o Naturaleza?. La experimentación en la historia de la biología’ en *Theoria*, vol. 17/2, n.º 44, págs. 265-289

²⁴⁴ Hacking, I., ‘On the Stability of the Laboratory Sciences’ en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXV, n.º 10, 1988, pág. 513

de diversos tipos: relativismo, construccionismo, idealismo. En el caso de Hacking, las sospechas también son suspicacias, alimentadas por lo que pudiera calificarse como un acto irreverente de su parte: ha fundido en el sintagma ‘creación de fenómenos’ dos términos tradicionalmente enfrentados. Pero Hacking quiere dejar bien claras sus pretensiones al estudiar la práctica científica. En primer lugar, juzga que sus tesis llevan a un realismo científico fuerte, en oposición a lo que considera ‘tesis idealistas’; en segundo lugar, no admite el vocabulario de los construccionistas en lo concerniente a las ciencias naturales. Se impone, por lo tanto, analizar y contextualizar brevemente en la historia de la filosofía sus elecciones terminológicas en la actividad experimental.

Mientras que el término fenómeno posee un largo recorrido dentro del pensamiento filosófico, el término creación no lo tiene tanto. Cuando, en general, se ha hecho referencia a la ‘creación’ en el ámbito de la filosofía de la ciencia, ha sido dentro del orden tradicional del contexto de descubrimiento, lo que K. Popper²⁴⁵ denominó ‘cuestiones psicológicas’ que no atañen a la ciencia y al conocimiento mismo.

En la filosofía griega, el término fenómeno aludía fundamentalmente a ‘lo que aparece’. Se señalaba así la diferencia entre la apariencia de los sentidos y la realidad esencial y permanente. Desde esta perspectiva, los fenómenos se contrastaban con la realidad. Un sentido opuesto a esta concepción lo encarna B. van Fraassen, para quien los fenómenos son la única realidad. Hacking, por su parte, le adjudica un carácter mediador: lo ubica entre ambos polos, con lo que este término adquiere una connotación de una enorme diversidad.²⁴⁶

En la ciencia del Renacimiento, ‘fenómeno’ estaba ligado a la astronomía; hacía referencia a los movimientos regulares de las esferas y también a un evento particular y complejo, como la oclusión de Marte. Pero los astrónomos eran también filósofos y los fenómenos eran, por lo tanto, apariencias. Se hablaba de ‘salvar fenómenos’, aunque, a

²⁴⁵ Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Tecnos, Madrid, 1962

²⁴⁶ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 250

juicio de Hacking, en la ciencia del siglo XVII esto remitía más a ‘resolver fenómenos’, a lograr algún tipo de solución a los problemas, lo que implicaba proveer una serie de leyes a través de las cuales el fenómeno podía ser deducido. Esto suponía tener algún tipo de explicación, que es justamente lo contrario de lo que defiende el anti-realismo de P. Duhem.²⁴⁷ En esta época también comienza la referencia a los ‘fenómenos de la naturaleza’ y esto incluía tanto las leyes, como las catástrofes o irregularidades de la naturaleza, las anomalías; es decir, eventos no explicables o no comprensibles. Para algunos empiristas, los fenómenos denotaban ‘datos de los sentidos’, sensaciones privadas y personales.

Kant también introdujo los fenómenos en su filosofía, oponiéndolos a los noumenos, los cuales quedaban fuera del alcance del conocimiento. La ciencia natural se volvió ciencia de los fenómenos. El salto de aquí a los positivistas es rápido: lo que es inaccesible al conocimiento puede ignorarse como si no existiera. El término ‘fenomenología’ fue introducido en 1764 por J. H. Lambert para referirse a la ‘ciencia de los fenómenos’. Desde entonces la aplicación de esta palabra se ha bifurcado. Por un lado, tenemos el uso filosófico dado por Hegel a una ‘Fenomenología de la Conciencia’, o por Husserl, quien establece el Método Fenomenológico; por otro lado, se encuentra el uso dado por los físicos, que es totalmente diferente al uso filosófico. Hacking aclara al respecto:

Mi uso de la palabra ‘fenómeno’ es como el de los físicos. Debe mantenerse separado del fenomenalismo de los filósofos, de la fenomenología y de los efímeros datos privados de los sentidos. Un fenómeno para mí, es algo público, regular, posiblemente con forma de ley, pero tal vez excepcional.²⁴⁸

Un fenómeno de la naturaleza refiere a regularidades comprensibles que pueden o no tener un conjunto de leyes pero, también, a algo que tiene un carácter excepcional o sorprendente. Este último sentido es compartido por Cartwright,²⁴⁹ quien afirma que

²⁴⁷ *Op. cit.*, pág. 250

²⁴⁸ *Ibid.*, pág. 251

²⁴⁹ Cartwright, N., *How the Laws of Physics Lie*, op.cit.

muchas veces el término fenómeno da cuenta de un evento o suceso que no cuadra dentro de los modelos establecidos por los físicos. De cualquier forma, lo que hay que destacar es que puede significar en el ámbito de la física tanto lo regular y admitido por comprensible, como justamente su opuesto, esto es, lo sorprendente, novedoso o no comprensible. Hacking indica que, en la lengua inglesa, su noción de fenómeno se ajusta perfectamente a la acepción que presenta el Diccionario de Oxford: «el fenómeno es el contenido directo de la experiencia sensible». No obstante, ‘efecto’ no es ciertamente ‘el contenido directo de la experiencia sensible’. Al respecto, observa que hablar de efectos en lugar de fenómenos era un hecho extendido a partir de 1880, y remite al efecto Faraday, al efecto Hall, al efecto Zeeman, al efecto fotoeléctrico.²⁵⁰

En principio, vamos a considerar que, hasta aproximadamente 1880, la terminología utilizada era normalmente ‘fenómenos de la naturaleza’ y que, a partir de esta fecha, con el advenimiento de lo que luego sería la física de partículas, la palabra ‘efecto’ empezó a tener más sentido que la de ‘fenómeno’. Este cambio en la terminología de los físicos se explica por cuanto los efectos no son fáciles de mostrarse, de verse, de entenderse.

2. EFECTOS: ENTRE LA INTERVENCIÓN Y LA NATURALEZA

2.1. EFECTOS O CREACIÓN DE FENÓMENOS DE LA NATURALEZA

Se hace necesario, una vez aclarada la terminología, comprender el porqué Hacking utiliza el término de creación de fenómenos como el modo filosófico de aludir a esos efectos que han surgido a partir de la física del siglo XIX. Estos nuevos términos también son propios de otros autores como Buchwald, el cual hace referencia a la

²⁵⁰ «Everitt hace notar que Maxwell habla del efecto Peltier en su *Theory of Heat* (1872); tal vez allí empezó esta costumbre». Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 253

‘creación de los efectos científicos’²⁵¹ o R. Crease, que habla de ‘la segunda creación’²⁵², expresiones que dan cuenta de la actividad necesaria que supone la producción de los efectos científicos, y también dan la noción que algo debe crearse o re-hacerse. En este campo de significación, Hacking enfila su empleo de la terminología hacia al acto de ‘purificar fenómenos’ o de ‘re-hacer’ los fenómenos de la naturaleza:

Los fenómenos y los efectos son cosas del mismo tipo: regularidades valiosas discernibles. Las palabras ‘fenómeno’ y ‘efecto’ pueden servir muchas veces como sinónimos, pero apuntan en direcciones opuestas. Los fenómenos nos recuerdan, en ese semiconsciente depósito del lenguaje, sucesos que pueden ser registrados por el observador bien dotado que no interviene en el mundo, pero que mira las estrellas. Los efectos nos recuerdan a los grandes experimentadores que le han dado su nombre a los efectos: los hombres y las mujeres, los Compton y Curie, que intervinieron en el curso de la naturaleza para crear regularidades que, por lo menos al principio, pueden considerarse regulares (o anómalas) sólo en contraste con la teoría.²⁵³

Existe toda una tradición científica que comienza por aquello que, efectivamente, se podía observar: los fenómenos celestes. Los cielos y las estrellas son las fuentes primarias de los fenómenos y permiten extraer muchos otros por medio de la observación. Sólo los planetas y los cuerpos más distantes tienen la combinación correcta de regularidades complejas con un fondo caótico. También otros tipos de sistemas en el mundo (las mareas, los cazadores de animales, los marineros, las plantas) pueden decirnos algo sobre los fenómenos de la naturaleza. Para Hacking, incluso estos comportan toda una historia de la tecnología. Pero hasta aquellos que elaboran las listas más largas de fenómenos naturales deberán estar de acuerdo en que la mayoría de los fenómenos de la física moderna se producen artificialmente.²⁵⁴

Hacking recuerda que, en una nota a pie de página, Kuhn menciona las diferencias cuantitativas que llevaron a los físicos a seleccionar tres problemas: el efecto

²⁵¹ Buchwald, J. Z., *The creation of scientific effects*, University of Chicago Press, Chicago, 1994

²⁵² Crease, R., *The second creation*, MacMillan, Nueva York, 1986

²⁵³ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 254

²⁵⁴ Hacking, I., ‘Speculation, calculation and the creation of phenomena’, op. cit., pág. 154

fotoeléctrico, la radiación del cuerpo negro y los calores específicos. Este tipo de problemas son los que justamente reconoce Hacking como fenómenos.²⁵⁵ Llama la atención sobre el comentario de Kuhn, porque este se vale de ellos para explicar cómo a partir de 1840 los físicos mostraron una mayor capacidad para concentrarse en unas cuantas áreas clave de investigación y obtener así un mayor consenso en las controversias. En suma, Kuhn cree que la *matematización* de la física realizada en el siglo XIX produjo criterios profesionales de los más refinados, aplicables a la selección de problemas, y que esto al mismo tiempo aumentó enormemente la eficacia de los procedimientos de verificación.²⁵⁶ En esa nota a pie de página, Kuhn expone lo siguiente:

Para un ejemplo de la selección correcta del problema, nótese las discrepancias cuantitativas y esotéricas que sirvieron para aislar los tres problemas —el efecto foto-eléctrico, la radiación del cuerpo negro y los calores específicos— que dieron lugar a la mecánica cuántica. Sobre la eficacia nueva de los procedimientos de verificación, nótese la rapidez con que la profesión adoptó esta teoría nueva y radical.²⁵⁷

Antes de estos efectos señalados por Kuhn, la física había estructurado una serie de ideas fundamentales de la teoría electromagnética clásica, según la cual la partícula eléctrica acelerada emite una radiación continua. Hasta ese momento se tenían ideas o teorías dentro del campo eléctrico, dentro del campo electromagnético y dentro de las discusiones acerca de la teoría de la luz. Todas ellas, sin embargo, no dudaban de que la energía se emitía de forma continua.

De golpe, se realizan diferentes experimentos y se expone algo completamente nuevo, algo impensado, algo que genera numerosas interrogantes en el científico: ¿por qué esto es así?, ¿por qué la energía se comporta de esta manera? y ¿qué es lo que quiere decir?. Hacking ubica en este proceso la creación de un fenómeno, esto es, algo nuevo e inesperado que ha sido capaz de ser detectado experimentalmente. En 1900, Plank estableció, en cierta forma, el pilar de la teoría cuántica: el cuanto es una porción no

²⁵⁵ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 255

²⁵⁶ Kuhn, T., 'La función de la medición en la física moderna', op. cit., pág. 244

²⁵⁷ *Ibíd.*

continua. Este hito inició el abandono de algunas ideas fundamentales. Aunque a veces la teoría predice el experimento, otras veces no ocurre así, como es el caso conocido de ‘la catástrofe ultravioleta’; sin embargo, lo importante de un proceso como el descrito es que, al producirse en el laboratorio, trae un fenómeno por primera vez a existencia, algo que no sabíamos antes y que, ciertamente, generará un modo nuevo de entender algún aspecto del mundo.

En definitiva, lo que enfatiza Hacking es que para nosotros el mundo, o lo que entendemos por él, súbitamente se ha ampliado; se ha adquirido más información y también más conocimiento. Como sostiene D. de Solla Price, cualquier efecto o fenómeno, como el efecto Edison, la radiación de Cerenkov o el deslizamiento del helio líquido, puede ser justo la cosa que mide o revele aquello que no sabíamos antes. Este tipo de experimentación es una suerte de expedición de pesca (*‘fishing expedition’*) porque, deseando lo inesperado, nunca se sabe exactamente qué será lo que quedará en la red, y no puede ser planificado mirando o apuntando hacia un objetivo particular.²⁵⁸

En este sentido, Hacking le dedica especial atención a cómo los efectos son traídos a existencia, cómo advienen a la realidad en determinadas prácticas experimentales e instrumentales. El ejemplo siguiente ofrece un marco ilustrativo para comprender este problema: E. Hall era un estudiante de investigación de la Universidad de John Hopkins. Trabajaba en un laboratorio de la nueva física de Rowland, quien le había solicitado una investigación sobre un comentario en el que Maxwell sostenía que cuando un conductor transmitía una corriente eléctrica, bajo la influencia de un campo magnético, este afectaba al conductor, pero no a la corriente. Hall supuso que la resistencia del conductor podía producir un potencial eléctrico. No logró confirmar esta hipótesis, en cambio encontró que existía una diferencia de potencial respecto al campo magnético y a la corriente, por lo que llegó a concluir que era posible que el imán afectara a la corriente. Esto no era en absoluto lo que proponía Maxwell, tampoco era lo que estaba buscando su profesor Rowland, pero Hall, con su indagación, no estaba

²⁵⁸ De Solla P. D., ‘Sealing Wax and String: A Philosophy of the Experimenter’s Craft and Its Role in

poniendo a prueba una teoría, simplemente establecía posibilidades que dieron lugar a un fenómeno que no había sido contemplado antes.²⁵⁹

Apunta Buchwald que la teoría de los campos basada en el *Tratado de Electricidad y Magnetismo* de Maxwell estaba extensamente desarrollada por un grupo de físicos británicos y algunos norteamericanos. Los miembros de estos grupos compartían una comprensión, un entendimiento de lo que eran los campos y el modo de usarlos en la práctica. Aunque no tenían esquemas rígidos al respecto, concordaban en cómo resolver problemas, qué matemáticas usar, qué problemas eran solucionables, qué tipo de fenómenos podían ser detectados experimentalmente. Para los maxwellianos, un campo actúa tomando energía y dándola de regreso, como lo que una esponja hace con el agua. La energía se extrae de una estructura material y se transfiere a otra distante. Si se requiere que los campos actúen de esta manera, la idea de campos que dirigieran procesos sin transferir energía sería absolutamente imposible. Y sin embargo, esto fue lo que presencié Hall, quien además no confrontó la teoría, justamente porque no había nada que confrontar.²⁶⁰

Pero Hall tampoco creó su efecto, sino que por medio de sus prácticas detectó que el paso de una corriente a través de una lámina de oro, en un campo magnético, produce un potencial ortogonal respecto al campo y la corriente. Él y otros investigadores estudiaron posteriormente las ramificaciones del efecto. ¿Qué pasa, por ejemplo, con los conductores diferentes del oro, o con los semiconductores?. Todo este trabajo requería de ingenio: el aparato fue hecho por el hombre; las invenciones fueron creadas. El efecto, entonces, es consecuencia de la interacción humana en conjunción con determinados modos de comportarse de la naturaleza. Sin embargo, tendemos a opinar que los fenómenos revelados en el laboratorio son parte del designio divino y que están allí a la

the Genesis of High Technology' citado por Buchwald, J. Z., 'Design for Experimenting', *op. cit.*

²⁵⁹ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, *op. cit.*, pág. 142

²⁶⁰ Buchwald, J. Z., 'Design for Experimenting', *op. cit.*, pág. 172

espera de ser descubiertos²⁶¹. Esta actitud confiere una visión casi pasiva de la ciencia y da la sensación de que los fenómenos han estado ahí, afuera, esperándonos.

Esta es la imagen a la que Hacking se opone y que pretende cambiar. Una vez que destaca el aspecto novedoso de los efectos, Hacking reviste de igual importancia al proceso que sigue, en el cual, además de ingenio, se necesita trabajo para producir la estabilidad de estos efectos. Las regularidades, que podemos llamar fenómenos de la naturaleza, pueden existir después de toda la práctica experimental, es decir, después de que con el tiempo se haya obtenido un ajuste entre teorías, leyes fenomenológicas, aparatos, etc.

Cabe preguntarse, entonces, por qué se recurre al término ‘creación de fenómenos’ para designar a este tipo de efectos. Porque el efecto Hall no existe fuera del laboratorio y sin determinados tipos de instrumentos, lo cual hace que de algún modo tenga que crearse en el laboratorio. A esta respuesta le sigue otra inquietud: pero, ¿no es cierto que el efecto Hall nos dice que cuando una corriente pasa a través de un conductor en ángulo recto respecto al campo magnético produce un potencial y que esto se da así en todas partes o en la naturaleza en general?. Hacking responde que en parte sí y en parte no; si establecemos ciertas configuraciones se dará el efecto Hall, pero el problema es que este efecto, esta determinada configuración, no existe fuera del laboratorio, donde podemos aislarlo y así tenerlo en estado puro.

Este tipo de preguntas, en el fondo, responden a nociones previas que tenemos con respecto al modo en que se comporta la naturaleza. Cuando se hace referencia a que algo es un fenómeno de la naturaleza, se piensa que está ahí, organizado y listo para ser observado. Y, si bien es cierto que existen muchos sucesos en la naturaleza que son la resultante del efecto Hall, y de muchos otros efectos, no por ello debemos pensar que se encuentran allí, listos para que podamos detectarlos de forma inmediata.

²⁶¹ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 142

Tendemos a ver el mundo como regido por leyes, pero esto no es enteramente así. Hacking piensa que esa creencia de muchas leyes de la naturaleza que se juntan en una resultante es una visión que viene dada por la mecánica. Ya J. S. Mill hizo notar que esta concepción no puede ser generalizable, pues la mayor parte de la ciencia no es mecánica.

No deberíamos tener la imagen de Dios poniendo el efecto Hall con su mano izquierda y otra ley con su mano derecha, y después determinando el resultado. En la naturaleza sólo hay complejidad, a la que somos sorprendentemente capaces de analizar. Esto lo hacemos al distinguir en la mente diferentes leyes. También lo hacemos al presentar, en el laboratorio, fenómenos puros, aislados.²⁶²

De este modo, Hacking quiere destacar que el efecto Hall no existió hasta que Hall con mucho ingenio, descubrió cómo aislarlo y purificarlo, esto es, crearlo en el laboratorio; precisa, entonces, su propuesta terminológica:

He cambiado de lenguaje, en el último párrafo, de encontrar un efecto a crear un fenómeno: esto es deliberado. El efecto Josephson no existía en la naturaleza hasta que la gente creó los aparatos. El efecto no se dio antes que la teoría. Hablar de creación de fenómenos es tal vez más poderoso cuando el fenómeno precede a una teoría articulada, pero esto no es necesario. Muchos fenómenos son creados después de la teoría.²⁶³

El problema de la creación de fenómenos no tiene que ver con que anteceda o suceda a la teoría; de cualquier modo, hay que traerlo a existencia en el laboratorio. Un ejemplo de esto se pudo observar en el caso de la partícula predicha por Yukawa: los experimentadores en cierto modo la buscaban, la teoría hacía posible su existencia, pero encontraron otra, no predicha por aquella. La historia experimental en la cual se inserta el anterior episodio ha mostrado que la creación de fenómenos, tal como lo entiende Hacking, remite al hecho de que hay que traer a existencia el efecto, con mucho tiempo y trabajo. El carácter problemático de esta terminología genera una reflexión importante dentro de la filosofía de Hacking, por cuanto somete a consideración qué es el

²⁶² *Op. cit.*, pág. 255

²⁶³ *Ibíd.*, pág. 258

conocimiento y qué es el mundo, otorgando además un papel activo al ingenio y a los instrumentos, sin los cuales no existiría el efecto o el fenómeno.

Hall mismo usó ‘fenómeno’ para referirse al efecto. En sus notas del 10 de noviembre de 1879 escribió: «Parecía casi seguro, aún entonces, creer que un nuevo fenómeno había sido descubierto, pero ahora después de más que una quincena ha pasado, y el experimento ha sido muchas veces y bajo varias circunstancias exitosamente repetido [...] es quizás no demasiado pronto para declarar que el campo magnético sí tiene un efecto en la corriente eléctrica o al menos en el circuito, cosa que nunca había sido antes observada o probada de forma expresa». ¿Son los efectos fenómenos de una clase particular?²⁶⁴

Y, sí, los efectos son un tipo de fenómenos en cuanto vienen a existencia a través de determinadas prácticas que así lo permiten. Los fenómenos naturales han sido entendidos como aquellos que se encuentran ahí, ante nuestros ojos, para ser observados y estudiados. Los efectos, por su parte, no remiten a esa pasividad si se les ve como la consecuencia de una causa que los ha producido. Desde esta perspectiva, un efecto es ciertamente naturaleza, pero es de una especie tal que evidencia que se ha requerido de una intervención para que ella se manifieste de determinado modo. El efecto en tanto producto, es lo que hace que el término creación adquiera sentido, y no como una forma de idealismo, sino al contrario, como una forma de admitir las prácticas materiales y concretas, que han sido desconocidas por mucho tiempo.

Esta producción o creación de efectos implica una serie de actividades experimentales que tienden a darle estabilidad a lo notable y sorprendente. Y la alta precisión en la medición que muchas veces se alcanza en este proceso permite que nos podamos volver a referir al efecto como fenómeno de la naturaleza. La ciencia es, así, una actividad fascinante y una aventura, en consecuencia, es justamente la producción de fenómenos lo que hace que aparezcan nuevas realidades y nuevas explicaciones. El mundo de la ciencia es un mundo donde se expande el conocimiento, y también nuestro modo de vivir y de concebirlo.

²⁶⁴ Hacking, I., ‘Speculation, calculation and the creation of phenomena’, *op. cit.*, pág. 142

La noción de purificar está implícita: lograr un fenómeno en estado puro, sin contaminar, se debe justamente a su creación. Una vez obtenido, se intenta hacerlo regular, es decir, estable, para que podamos traerlo a nosotros cuando queramos.

Esta noción de purificar, crear y regularizar fenómenos (y de este modo el mundo en que habitamos) ciertamente involucra mucho pensamiento y teorización sobre el mundo material, pero también requiere una interacción con el mundo, y en un sentido no metafórico de las palabras: rehacerlo.²⁶⁵

Evidentemente, esta idea plantea el carácter artificial del fenómeno producido, por cuanto no hubiera aparecido sin artefactos e intervenciones. Por otra parte, se debe considerar que si bien hay fenómenos que son re-hechos en el laboratorio, hay otros que son absolutamente creados sin un referente previo, como es el caso del plutonio, que primero fue sintetizado en el laboratorio y luego encontrado en la naturaleza (aunque en cantidades mínimas). Este tema lo trataremos más adelante.

3. EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN EN LA NATURALEZA HUMANA

Aparte de la física, otras ramas del conocimiento son idóneas para reflexionar en torno a la actividad científica. En las profundas conexiones entre la química orgánica y la genética presentes en la biología molecular, se pueden precisar la actividad interventora, la creación de fenómenos y la manipulación de entidades. Algo que distancia esta práctica de la práctica física es que en ella se necesita intervenir y manipular con seres vivos. Por lo tanto, aunque las tesis de Hacking se refieren en general a la física, he preferido distinguir —como también lo hace él de alguna manera— los fenómenos del mundo inanimado de los fenómenos de los organismos vivos. Si bien estos campos presentan semejanzas, las diferencias existentes entre ellos generarán seguramente con el tiempo un modo muy distinto de concebir la ciencia.

²⁶⁵ Hacking, I., 'Philosophers of experiment' en *Philosophy of Science Association*, vol. 2, págs. 147-156

Hacking espera que la imagen del futuro sea una donde el experimentador, más que dominarla, colabore con la naturaleza. Se atreve a vislumbrar esta tendencia al considerar que las más destacadas ciencias imaginativas de las últimas décadas son la biología y la astrofísica: una es una ciencia de la vida, y la otra, apenas es una ciencia de laboratorio. Puede ser que la auto-concepción de la ciencia experimental de las ciencias vivas desplace el modelo que asentó la física. En la medida en que la biología se libere a sí misma de su deseo de emular la física, es probable que la concepción de los físicos en torno a su trabajo pueda a su vez ser modificada.²⁶⁶

El modo de intervenir no es igual en el ámbito de la física que en el de la biología celular y la inmunología, en las cuales se ha instaurado en el último tercio del siglo XX una manera de hacer ciencia que ha adquirido gran relevancia. En ambos casos, sin embargo, la ciencia es intervención y control en un laboratorio. Para exponer sucintamente cómo se puede trabajar en esta área, haré referencia a un experimento publicado por primera vez en 1998,²⁶⁷ y cuyos investigadores principales han sido A. Mellor y D. Munn.²⁶⁸

3.1. ANTECEDENTES Y EXPERIMENTACIÓN

Mediante este experimento se determina la existencia de una enzima denominada IDO (indoleamina 2, 3. dioxygenasa), que inhibe el desarrollo de los linfocitos T. Que exista una enzima que cause este efecto podría cambiar gran parte de la concepción que se tiene del sistema inmunitario. De hecho, este fenómeno lleva a Mellor a afirmar la existencia de un nuevo paradigma para la supresión de células T.²⁶⁹

²⁶⁶ *Op. cit.*

²⁶⁷ Munn, D., Zhou, M., Attwood, J. T., Bondarev, I., Conway, S. J., Marshall, B., Brown, C. y Mellor, A., 'Prevention of Allogenic Fetal Rejection by Tryptophan Catabolism' en *Science*, vol. 281, 1998, págs. 1191-1193

²⁶⁸ Andrew Mellor es inmunólogo y genetista molecular, investigador del Medical College de Georgia en Augusta. David Munn es oncólogo y hematólogo pediatra. Inicialmente estos investigadores trabajaban de forma separada; en la actualidad conforman un equipo.

²⁶⁹ Mellor, A., y Munn, D., 'Tryptophan catabolism and T-cell tolerance: immunosuppression by starvation?' en *Immunology Today*, vol. 20, n.º 10, 1999, págs. 469-473

El sistema inmunitario está compuesto por células, moléculas y la base genética, y cuenta con diferentes maneras de responder. Una de ellas es la conocida como Inmunidad Natural, por medio de la cual el organismo se defiende de forma innata mediante barreras físicas, células fagocíticas y células agresoras naturales. Otra defensa la hace mediante la Inmunidad Adquirida o Específica, que actúa inducida o estimulada por determinadas sustancias llamadas antígenos. La Inmunidad Adquirida a su vez se divide en Humoral y Celular. La Inmunidad Humoral está a cargo de los linfocitos B, que son los que producen los anticuerpos que se unen a los antígenos para destruir a un organismo extraño. Una característica importante de este tipo de inmunidad es que se puede producir externamente, es decir, se le pueden proporcionar anticuerpos al organismo mediante una inyección de inmunoglobulina o por medio del plasma y del suero.

La Inmunidad Celular está compuesta por los llamados linfocitos T, que son los que en realidad interesan en esta historia. Los linfocitos T no producen anticuerpos, pero activan a los macrófagos, células o moléculas encargadas de producir lisis, es decir, ruptura celular. Los linfocitos T en asociación con el Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC) reconocen al antígeno sobre la superficie de las membranas y activan a los macrófagos. El MHC es el sistema que es capaz de distinguir genéticamente lo propio de lo extraño. Esto es lo que sucede en general con los virus, el organismo no es capaz de producir anticuerpos debido a que ellos se mimetizan en las células y logran ser inaccesibles a los linfocitos B.

La evolución de la inmunología ha dependido de la capacidad para manipular las funciones inmunitarias en condiciones de control. A partir de la década de los setenta hubo una transformación de la ciencia y del entendimiento de este sistema y sus funciones, debido al avance de las técnicas de cultivo celular ‘in vitro’, la metodología del ADN recombinante y la bioquímica de las proteínas.²⁷⁰

²⁷⁰ Abbas, A. K., Lichtman, A., y Pober, J., S., *Inmunología Celular y Molecular*, McGraw-Hill, Interamericana de España, Madrid, 1995

Sir Peter Medawar, un inmunólogo británico, Premio Nobel de Medicina en 1953, dejó abierta esta pregunta: ¿Por qué las madres no rechazan el feto si su sistema inmunitario debía de hacerlo, al tener este, al menos, un 50% de tejido extraño?. Planteaba que el hecho de que el feto sobreviviera era en sí mismo una contradicción con todas las leyes de los trasplantes. Parecería que cuarenta y cinco años más tarde se está obteniendo una respuesta.

Medawar proponía tres mecanismos posibles para explicar esta paradoja: a) La separación anatómica del feto con la madre. b) La inmadurez antigénica del feto es lo que no provoca una respuesta inmunológica por parte de la madre. c) El sistema inmunológico de la madre se hace inerte frente al feto. Mellor y Munn aducen que hay suficiente evidencia para descartar los primeros dos mecanismos, y acogen la tercera hipótesis. Sin embargo, lo que está claro es que el feto es, en principio, un injerto extraño cualquiera.

Ahora bien, las enzimas son proteínas cuya actividad genera reacciones bioquímicas en el organismo. Un organismo tiene un metabolismo, una dinámica de funcionamiento. El modo en que actúa la enzima IDO es *catabolizando* (destruyendo) triptófano que, en tanto aminoácido, es el encargado de activar las células T. Estas, al no ser activadas, no pueden actuar y de esta forma no hay una respuesta inmunológica frente a los antígenos. Muchos de estos mecanismos habían sido determinados *in vitro*, es decir, en condiciones de control en el laboratorio; otros, muy pocos, *in vivo*. Esta distinción es importante, por cuanto el paso de la intervención *in vitro* a la intervención *in vivo* es un proceso que requiere de mucho tiempo y de diversas condiciones.

Los investigadores formularon la hipótesis de que la expresión de IDO en el intercambio feto-materno es necesaria para prevenir el rechazo inmunológico del feto,

considerado como un injerto extraño. El experimento se realizó en tres fases que buscaban constatar los distintos aspectos que se plantearon.²⁷¹

En la primera fase comprobaron la transcripción de IDO. Se tomó un conjunto de ratas embarazadas: unas apareadas con machos singénicos (con los que comparten el mismo tipo de genes) y otras con machos alógenos (con diferente tipo de genes). Se comprobó la existencia de IDO en ambos grupos a partir de los 7,5 días posteriores al coito (d.p.c) en todos los fetos. Esto es consistente con lo que ocurre en las células embrionarias humanas.

Luego, en la segunda fase, se les aplicó 1.Metil-Triptófano (fármaco que inhibe la producción de IDO) a partir de los 4,5 d.p.c. En un determinado momento, todas las ratas con fetos alógenos sufrieron una hemorragia masiva y abortaron, mientras que los fetos singénicos llegaron a feliz término. Durante esta etapa se muestra una clara evidencia de que los fetos con el mismo tipo de genes paternos y maternos sometidos a 1.Metil-Triptófano se mantienen vivos y sin problemas hasta el final, mientras que los fetos que tienen genes distintos a los de la madre mueren como consecuencia de la inhibición de IDO. Esto establece que esta enzima es necesaria y fundamental para la vida del feto.

En la tercera fase se intenta entonces mostrar que la contribución de los linfocitos T maternos interviene tanto en el rechazo de los fetos como en la activación de IDO. Aquí experimentaron con ratas con un gen defectuoso (que no tuvieran linfocitos T). Al ser apareadas con machos cuyos genes eran alógenos y tratadas con 1.Metil-Triptófano, todas las hembras tuvieron un número de fetos normales y llegaron a producir una camada saludable. Posteriormente, cuando a estas mismas ratas luego se les aplicó un reconstituyente (un conjunto de genes que incluyen los linfocitos T), abortaron todos sus fetos. Esto comprobaba no sólo que los linfocitos T son fundamentales para la activación de IDO, sino que además no existe otra enzima que pudiera generar un mecanismo abortivo.

²⁷¹Munn, D., Zhou, M., Attwood, J. T., Bondarev, I., Conway, S. J., Marshall, B., Brown, C. y Mellor, A.,

3.2. CONSECUENCIAS Y APLICACIONES

Los investigadores concluyen así que la reacción fetal es iniciada por las células T de la madre y que luego son suprimidas por células que *catabolizan* triptófano, es decir, por IDO. Este fenómeno nuevo demuestra, a juicio de los investigadores, que todo el sistema inmunitario actúa de forma conjunta. Pero evidencia también lo afirmado por Hacking sobre que la naturaleza, en este caso la naturaleza humana, se nos presenta fragmentada, con diferentes tipos de fenómenos de acuerdo con el tipo de intervención que se realice.

Las conclusiones de este experimento llevan a establecer que el feto es en sí mismo activo en tanto de él parte la producción de IDO para suprimir la activación de los linfocitos T, por lo que no se confirma ninguna de las tres suposiciones de Medawar. Constituye un fenómeno inesperado para los científicos y obligan a reconsiderar muchos aspectos o nociones anteriores, no sólo con respecto al feto, sino con respecto a la inmunología en general.

Lo que nos ofrece este ejemplo, que el sistema inmunitario humano sea transformado y ajustado para determinados fines en ratas y ratones, representa para Hacking un ejemplo de la creación de fenómenos en las ciencias vivas.²⁷²

La creación de ‘paraísos artificiales’ no parece ser incómoda en el ámbito científico, en el que la recreación de fenómenos se califica de natural, y así se acepta. Según Santesmases,²⁷³ los sistemas experimentales que se han diseñado en la biología — desde la morfología hasta los trabajos de ingeniería genética— se caracterizan precisamente por la ausencia en ellos del mundo natural al que supuestamente pretenden describir y analizar. No obstante, estos ofrecen un conocimiento fiable y reproducible. La

‘Prevention of Allogenic Fetal Rejection by Tryptophan Catabolism’, *op .cit.*

²⁷² Hacking, I., ‘Philosophers of Experiment’, *op. cit.*

²⁷³ Santesmases, M. J., *op. cit.* pág. 272

paulatina supresión de la frontera entre lo natural y lo artificial no ha puesto en cuestionamiento el valor de los conocimientos aportados.

Esta dimensión de las ciencias vivas involucrará un cambio en nuestra idea de cómo nos relacionamos con la naturaleza. La imagen baconiana del científico o del hombre de ciencia interfiriendo en la mujer-naturaleza pudiera deslizarse a una donde el experimentador 'biológico' sea visto como un colaborador. Si esta imagen logra adquirir poder o reconocimiento, se podría pensar en las actividades independientes y autónomas de la naturaleza bajo una luz diferente.²⁷⁴

Otras consideraciones no menos importantes se desprenden de las conclusiones de este estudio. Los investigadores suponen, en primer lugar, que muchos de los abortos no deseados se deben a que el feto no produce suficienteIDO para defenderse del ataque inmunológico materno, lo que podría solucionarse mediante la creación de un fármaco que sustituyera la actividad deIDO.

Sin embargo, a este experimento se le imponen también objeciones y preguntas. Por ejemplo, dado que el embrión degrada triptófano medianteIDO, ¿cómo es que el embrión puede sobrevivir sin triptófano, siendo este un aminoácido fundamental para proveer proteínas y lograr que el feto pueda desarrollarse?. Ciertamente, este mecanismo queda todavía por explicarse.

Entre las aplicaciones más inmediatas que se han desarrollado a partir de estos estudios se encuentran las relacionadas con los trasplantes de órganos. Siempre se ha sabido que el problema de los trasplantes es que el sistema inmunitario ataca inmediatamente al órgano extraño. La producción sintética deIDO podría ofrecer una alternativa a las terapias tradicionales, las cuales implican el suministro de drogas tóxicas que son muy agresivas. Normalmente, lo que impide el éxito del trasplante es más la terapia para que el organismo acepte el injerto, que el trasplante en sí mismo.

²⁷⁴ Hacking, I., 'Philosophers of Experiment', *op. cit.*

Otra de las aplicaciones en consideración es la exploración de sus posibles relaciones con enfermedades autoinmunes como el lupus, la artritis y la diabetes. Estas son enfermedades donde el propio sistema inmunitario es quien ataca las células y los tejidos sanos. El reto es determinar las causas de esta actuación.²⁷⁵

Pero el abanico de posibles aplicaciones no se detiene aquí. Munn y Mellor aspiran a relacionar su investigación con el cáncer. La droga que utilizaron para inhibir la producción de IDO se está usando en ratones con esta enfermedad, ya que parecería que los tumores cancerosos hacen lo mismo que IDO: inhabilitan la producción de triptófano impidiendo que el sistema inmunitario responda. La idea general que se está manejando es que esta enzima es la que está implicada en el organismo para inhibir a las células T, generando una tolerancia por parte del sistema inmunitario, cuando lo que se necesitaría es que este interviniera con mayor fuerza.

Actualmente, se está experimentando con 1-Metil-triptófano con la intención de inhibir la actividad del tumor canceroso. Las compañías de biotecnología han intentado patentar esta droga, pero el MCG (Medical Center of Georgia) no lo ha permitido. Todas estas posibles aplicaciones se mantienen todavía en la etapa de experimentación.

El virus del SIDA es otro objetivo en la mira. Se sospecha que el mecanismo de este virus produce una enzima que aniquila la posibilidad de respuesta inmunológica.

Además de todas estas posibles aplicaciones que dependerán de investigaciones futuras, este experimento ha generado un reordenamiento en lo que concierne a la inmunología. La terapia inmunológica fue una teoría en ebullición en la década de los setenta, pero perdió mucha autoridad durante los ochenta, al no dar los resultados esperados. Muchos investigadores juzgan que es mediante la inmunoterapia que se logrará combatir las enfermedades hasta ahora invencibles.

²⁷⁵ Mellor, A., The Augusta Chronicle, January, 2001

La referencia a todas estas conexiones entre la investigación reseñada y sus posibles aplicaciones se presenta para sustentar una tesis esencial de Hacking: investigamos sobre determinados aspectos, descubrimos nuevos fenómenos y luego utilizamos ese conocimiento para intervenir en otros aspectos completamente diferentes.

Aparte de las implicaciones vistas en el caso de la enzima IDO, una mirada atenta a otros fenómenos biológicos, como los virus, por ejemplo, nos suministra argumentos para respaldar esta tesis: los virus han atravesado fronteras; constituyen unas de las herramientas más fructíferas y eficaces para la modificación genética de microorganismos, plantas y seres vivos en general. Desde esta perspectiva, se puede afirmar que, finalmente, el mundo natural supera el artificio experimental, pues los virus resultaron ser modificadores genéticos naturales, contra cuya naturaleza se luchaba mucho antes de ser utilizados como herramientas para provocar artificialmente otras modificaciones genéticas.²⁷⁶ Lo que termina siendo un artificio es la separación de los conocimientos teóricos y experimentales o la diferenciación de lo natural y artificial.

La naturaleza constituye, en este orden de ideas, una de las partes que entra en el diálogo del conocimiento, pero no la única. Es activa en tanto es la que tiene que decirnos algo, pero no está sola. Ella entra en una relación determinada que responde al tipo de preguntas que le hacemos y que queremos indagar, y al tipo de instrumentos que disponemos en ese momento. Es en este sentido que podemos afirmar que hay un diálogo entre naturaleza y cultura.

La naturaleza poseída y dominada por el hombre es la metáfora que ha predominado tradicionalmente para dar cuenta de esta relación, y la que le ha otorgado a la naturaleza un carácter pasivo:

Lo dado es la mujer, la naturaleza, que se entrega a sí misma y expone así su verdad. Y la ciencia que la posee es la ciencia teórica, que descubre este

²⁷⁶ Santesmases, M. J., *op. cit.*, pág. 272

ser pasivo [...] Yo deseo que la imagen del futuro sea una del experimentador colaborando con la naturaleza, más que dominándola.²⁷⁷

4. EFECTOS PRÁCTICOS

La creación y estabilización de fenómenos del mundo natural está dedicada en gran parte a la solución de problemas prácticos. En este sentido, la ciencia es la producción de un conocimiento transformador del mundo, el cual, además, supone un cambio y evolución de nuestros modos de concebirlo. La imagen que tenemos de la ciencia debe incluir el entendimiento del mundo y los cambios que se operan en él.²⁷⁸

Las primeras reflexiones de Hacking en cuanto a la producción de efectos en la ciencia estaban centradas en resaltar la actividad interventora de la práctica, de donde deben surgir nuevas consideraciones epistémicas y ontológicas. Pero, también desea destacar que el estudio de la ciencia como práctica traspasa las fronteras cognoscitivas para ubicarla en su relación con el mundo material, social y cultural. Siguiendo este enfoque, Hacking establece la existencia de un enlace entre la ciencia y los aspectos sociales y culturales, asumidos de un modo diferente al que plantean los construccionistas. Desde esta dimensión, asume las propuestas de Latour y de Stengers sobre la relación de la actividad científica y su flujo e interacción con respecto a lo que entendemos como sociedad.

Estas consideraciones conducen directamente a encarar los resultados efectivos de la actividad científica, o dicho de otro modo, los efectos que esta produce de hecho. Y al respecto, no resulta conveniente medirlos según un parámetro de éxito, por ser este una variable muy cuestionable. Apartando esta noción, Hacking concluye que, en un sentido amplio, los resultados de la ciencia occidental han sido incalculables, como se demuestra, en líneas generales, en estos ejemplos: la eliminación de la viruela, las consecuencias de la revolución industrial, el resultado de los fertilizantes manufacturados, los pesticidas, la

²⁷⁷ Hacking, I., 'Philosophers of Experiment', *op. cit.*, pág. 153

²⁷⁸ Hacking, I., 'Experimentation and Scientific Realism', *op. cit.*

revolución informática, la transformación de la agricultura, gracias a la cual el 2% de la población de Norte América puede cultivar suficiente comida para alimentar a todo el mundo, a pesar de que los gurús comerciales y políticos no se la hayan podido arreglar para distribuir esta *largesse*.²⁷⁹

Una gran parte de los conocimientos del mundo ha permitido realizar artificialmente creaciones como el láser, el plutonio, el máser, el uranio, que aun cuando algunos existen en el mundo natural, su producción a gran escala sólo es posible debido a la intervención de la ciencia. También la creación artificial en algunos casos ha sido absoluta; algo se trajo al mundo sin que existiera en ninguna parte. La inquietud de Hacking se enfila a reflexionar cómo estos objetos creados o producidos en el laboratorio constituyen a su vez herramientas para intervenir en el mundo; los aparatos, las tecnologías, las medicinas no son solamente recursos de estantería, son modalidades con las que se interviene en el mundo para conocerlo, sí, pero también para producir nuevas entidades, nuevos objetos. Este hecho ha modificado a mediano y a largo plazo nuestro entorno material, social y cultural. Hacking juzga que la reflexión filosófica debe dedicarles un apartado a las transformaciones, a veces radicales, que los efectos prácticos producen en nuestros ámbitos de vida.

La práctica científica debe contemplar los fenómenos que se rehacen en el laboratorio y los que se traen a existencia mediante la creación artificial, por una parte, y por otra, debe considerar que en esta intervención cambiamos mucho más de lo que pensamos; se transforman nuestras vidas y la del planeta. Ejemplos cercanos y concretos así lo ilustran: la producción de una droga para inhibir la actuación de IDO, o la famosa hormona sintética del experimento analizado por Latour, denominada TRH, no sólo establecen un conocimiento del funcionamiento de la naturaleza humana, también crean modos de resolver problemas. La hormona TRH existe en la naturaleza humana, pero es imposible producirla en grandes cantidades. La ciencia la ha elaborado y puede ser

²⁷⁹ Hacking, I., 'How Inevitable are the Results of Successful Science' en *Philosophy of Science*, vol. 67, 2000, págs. 558-571

suministrada; ha sido utilizada para personas con problemas de depresión, alcoholismo, anorexias, desórdenes sexuales, problemas de crecimiento, etc. En cuanto a las aplicaciones de IDO, son varias, como ya se ha reseñado.

Hacking no les discute a los construccionistas todas las negociaciones, los conflictos de intereses que este logro de la ciencia ha supuesto, pero enfatiza que lo importante de la práctica es que mediante ella se trajo a existencia fenómenos que antes no existían, los cuales a su vez condicionan o determinan futuras prácticas. Esta concepción de la práctica científica permite comenzar a cuestionar, al menos en parte, la ciencia como actividad que persigue la verdad y cuya búsqueda determina todo el conocimiento. Los Programas de Investigación que sugiere Lakatos son programas que avanzan o retroceden por el éxito en su poder explicativo y predictivo, pero también hay que tomar en cuenta los éxitos o los fracasos de los programas relacionados con lo que somos capaces de producir para resolver nuestros problemas.

Y esto lleva a que las técnicas experimentales e instrumentales, cuando producen lo que se llama resultados estables, sugieren los próximos pasos a seguir por analogía [...] esta visión de la ciencia experimental es mucho más amplia que la de los filósofos de la teoría que típicamente se imaginan que estamos buscando la verdad acerca de un tema.²⁸⁰

5. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y LA CONFORMACIÓN DE UNA ONTOLOGÍA

En todo este tipo de producciones y creaciones artificiales surge una interrogante importante: ¿qué tipo de relación se establece entre nuestras prácticas y la conformación de una ontología?. Se ha acordado que es mediante nuestras prácticas experimentales e instrumentales que se producen nuevas realidades y, en consecuencia, una noción diferente de lo que consideramos real. De allí mi propuesta de presentar dos vertientes en lo que he denominado la conformación de una ontología: el carácter artificial del efecto

²⁸⁰ Hacking, I., 'Philosophers of Experiment', *op. cit.*, pág

producido y una redefinición del carácter real de los fenómenos científicos. Ambas dimensiones constituyen aspectos fundamentales de los efectos de un experimento.

5.1. EL CARÁCTER ARTIFICIAL

¿Qué es eso que produce la actividad científica?, ¿qué es un efecto científico? o, dicho de otro modo, ¿qué es un fenómeno producido en el laboratorio?. Las respuestas a estas preguntas pudieran hallarse, como se ha señalado anteriormente, en la atención a las diferencias entre el macrocosmos y el microcosmos. Mientras que para muchos esta división es irreconciliable, para otros la conciliación de ambos mundos es una búsqueda inacabada, como la teoría física total o unificada. No obstante, para pensadores como Hacking, es una búsqueda imposible, dado que tenemos diferentes tipos de instrumentos y diferentes tipos de fenómenos: complejidad que da cuenta de la diversidad y pluralidad del mundo.

Desde el siglo XVII, la ciencia experimental ha sido lo que Hacking denomina una ciencia de laboratorio; se estableció un tipo de conocimiento donde máquinas y mundo han estado relacionados, constituyendo esta relación el conocimiento experimental. Sin embargo, durante mucho tiempo, el mundo de la ciencia y el mundo del sentido común parecían coincidir sin mayores conflictos; el carácter artificial comienza a tornarse más problemático a partir de 1840, con el advenimiento de un tipo de conocimiento que hace evidente la necesidad de intervenir artificialmente para obtener determinados efectos.

Las reflexiones realizadas por los estudiosos de la práctica de laboratorio son las que han llamado la atención sobre la importancia de los instrumentos y el carácter artificial del efecto científico, y han llevado a un cuestionamiento de la idea o del imaginario de la naturaleza como algo dado. Hacking y muchos otros someten a discusión la idea subyacente en científicos y filósofos de una noción esencialista del mundo o de la naturaleza; con ello ponen en entredicho la concepción, asentada por

mucho tiempo, de que la naturaleza viene estructurada en hechos ya establecidos. El término ‘creación de fenómenos’ supone el enfrentamiento a esto, es el que ha ocasionado los numerosos debates en torno a qué es la realidad y qué es eso que llamamos naturaleza. De manera que no admitir una naturaleza esencial y otorgar un predominio a la práctica instrumental y experimental en la conformación de una ontología, es lo que ha hecho que el mundo de la creación pase a tener un papel fundamental dentro de la ciencia.

Hacking reconoce que hay una metafísica que se debe construir, pero que debe ser una metafísica no esencialista, una metafísica al estilo de P. F. Strawson, que pretende describir la actual estructura de nuestro pensamiento en torno al mundo, en contraposición a una metafísica absoluta, que establece el tipo de cosas que hay en términos absolutos. Este tipo de metafísica descriptiva pretende dar cuenta de cómo estructuramos nuestro pensamiento y el mundo, pero insiste en que ni uno ni el otro deben darse por sentado.²⁸¹

El rechazo a la idea de un mundo dado y a la imagen pasiva de la ciencia trae consigo un abandono de una relación de exterioridad con la naturaleza, con los hechos que están ahí, afuera, de lo que se desprende una reconsideración del fenómeno científico y que sea sometido a reflexión el efecto científico en sí mismo y también, los términos de verdad, objetividad, evidencia empírica, etc.

Ahora bien, el problema de Hacking es que tendrá que oponerse en este sentido a dos frentes: a los construccionistas, por un lado y a los idealistas o representacionistas, por el otro. Desde todas las perspectivas la pregunta es la misma: ¿Cómo es que los fenómenos tanto teóricos como experimentales se relacionan con la naturaleza o con la realidad?. Esta es también una interrogante formulada por Heelan,²⁸² quien asegura que mientras los teóricos se conectan a la realidad dirigiendo su atención a la simplicidad de

²⁸¹ Hacking, I., ‘Aristotelian Categories and Cognitive Domains’ en *Synthese*, n.º 126, 2001, págs. 473-515

²⁸² Heelan, P., ‘Experiment and Theory: Constitution and Reality’ en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXV, n.º 10, 1988, págs. 515-524

las simetrías del modelo, los físicos experimentales se interesan por una simetría experimental que produzca una síntesis estable del fenómeno físico. Sostiene, así, que el fenómeno adviene o parece advenir una parte de la naturaleza. Ese artefacto naturalizado de la cultura humana, el fenómeno científico, es ahora apropiado por la cultura histórica de la comunidad científica. En nuestra cultura, los electrones, positrones y muones son cosas de la naturaleza.²⁸³

Hacking no comparte totalmente la posición de Heelan, que es similar a la de Knorr Cetina,²⁸⁴ en lo que refiere a transformar la naturaleza en algo cultural. Ciertamente, hay una relación esencial entre la práctica científica y la conformación de aquello que existe. Lo que existe adviene a existencia mediante las prácticas instrumentales que así lo posibilitan. Diferentes tipos de prácticas establecen diferentes campos de fenómenos o dominios de fenómenos, una pluralidad de prácticas y una ontología más o menos estable, aunque diversa. Esta diversidad es lo que constituye la ciencia, pero es, sin lugar a dudas, una diversidad del mundo.

Se acepta, en principio, que el fenómeno científico viene a ser en nuestra cultura occidental un híbrido entre naturaleza y cultura, entre lo natural y lo artificial. Y este carácter artificial remite irremediabilmente al campo de la cultura, en tanto los laboratorios e instrumentos específicos, por medio de los cuales se produce el fenómeno científico, se erigen como signos materiales. Pero no se admite que el fenómeno científico sea un fenómeno cultural.

Latour²⁸⁵ y Haraway²⁸⁶ describen estos híbridos de la naturaleza y de la cultura, o la mezcla de lo natural y lo artificial, como ‘parejas ilegítimas’, ‘monstruos’ o ‘cuasi objetos’; entidades que hasta ahora no han tenido un estatuto en los recuentos que ha

²⁸³ *Op. cit.*, pág. 523

²⁸⁴ Knorr Cetina, K., *Epistemic Cultures*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, Londres, Inglaterra, 1999

²⁸⁵ Latour, B., *We have never been modern*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1993

²⁸⁶ Haraway, D., *Primate visions: Gender, Race and Nature in the World of Modern Science*, Routledge, Nueva York, 1989

hecho la modernidad de sí misma. Ordóñez denomina a esta mezcla ‘fenomenotecnia’; y, asumiendo que el fenómeno científico arranca en el mundo natural, ha encontrado en el ejemplo de Carnot un caso apropiado para explicar su término: no se dan máquinas de vapor en la naturaleza, debemos construirla nosotros, pero esas máquinas permiten estudiar fenómenos que sí se dan en la naturaleza:

Si caliento un gas y éste se expande y después se vuelve a comprimir, en todo ese proceso se ha generado un trabajo a base de usar calor, y eso, que es algo verdaderamente original de la naturaleza y nos resulta prístino cuando lo observamos en los movimientos telúricos, en una máquina de vapor se puede ver concretamente reducido a sus límites, lo cual nos permite estudiar esa fenomenología, en realidad una fenomenotecnia.²⁸⁷

Ahora bien, es un hecho que la ciencia trabaja y produce fenómenos por vía de mecanismos artificiales que son fenómenos de la naturaleza, pero, en esta narración de la ciencia, palabras como artificial, producción, creación de fenómenos y naturaleza tienen que ser repensadas desde una nueva perspectiva. Hacking opina que estas reflexiones obligan a considerar el abandono tanto de las nociones esencialistas, como de las idealistas, a la hora de evaluar el tipo de ciencia que realmente se realiza.

Santesmases se pregunta: ¿qué hizo posible la aceptación de un fenómeno creado en una sala cerrada como un fenómeno natural si estaba tan lejos, o tan aislado, el fenómeno en cuestión, del medio que hasta entonces lo había producido?. Es esa capacidad de aislar y reproducir fenómenos en el laboratorio lo que hizo ciertos a los resultados, convirtiéndolos en los verdaderos ‘descriptores’ de lo real. Las cosas eran ciertas si se reproducían y para reproducirlas había que inventar los mecanismos, los sistemas, los aparatos, que recreaban una y otra vez los fenómenos a la vista. De este modo se van erigiendo verdades. La noción natural y la noción artificial intercambian significados a lo largo de eso que se denomina ciencia.²⁸⁸ Todas estas reflexiones sirven para mostrar que el recuento de los construccionistas no es inevitable; podemos admitir

²⁸⁷ Ordóñez, J., *Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias*, Ariel, México, 2001, pág. 72

²⁸⁸ Santesmases, M. J., *op. cit.*

la existencia e incidencia de la cultura en nuestras prácticas experimentales sin concluir que es la cultura la que convierte a algo en un fenómeno de la naturaleza.

El otro frente al cual Hacking se contrapone es el idealismo. Acusa a muchos filósofos de reflexionar sobre la práctica experimental desde una perspectiva teórica y, en consecuencia, idealista. Desde esta concepción se enfoca el problema del efecto científico como la realidad o no de las entidades teóricas, discusión que pertenece más al terreno de la representación que al de la intervención, y ello ha derivado a que la filosofía no se haya ocupado de la artificialidad del fenómeno científico. Quienes sí lo han hecho son los construccionistas, que, al analizar las prácticas en el laboratorio, han planteado el problema de la artificialidad, el cual ha adquirido así un estatuto de reflexión filosófica y sociológica.

Ya se ha dicho que Hacking no comparte la forma de los construccionistas de abordar los problemas, y tampoco sus conclusiones con respecto a la realidad del fenómeno científico. Muchos de ellos defienden un irrealismo más que un anti-realismo. El estudio realizado por Latour y Woolgar afirma, por ejemplo, que la hormona TRH es construida y, en tanto tal, es una realidad artificial. Les reclama a los investigadores que hablen de realidad objetiva, cuando lo que ha sido es una realidad construida. Hay una idea subyacente a este análisis de que lo construido deja de ser objetivo, criterio que Hacking no admite. Para él, la ciencia ha dejado de ser un ámbito naturalizado para pasar a pertenecer a un ámbito artificial. El carácter artificial de un objeto o efecto no impide por tanto que sea objetivo. «La palabra ‘artificial’ es ambigua. En su primer sentido, tenemos que significa ‘producido por el hombre’, algo que no ocurre naturalmente. En el segundo, tenemos ‘hecho por imitación a un producto natural, especialmente como un sustituto, no genuino’; *crema artificial*».²⁸⁹ Hacking reafirma el carácter erróneo de estas tesis que equiparan los fenómenos creados por el experimento a una ‘crema artificial’, por cuanto además admiten el carácter real de los hechos. Por lo tanto, en el recuento de

²⁸⁹ Hacking, I., ‘The Participant Irrealist at Large in the Laboratory’ en *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 39, 1988., pág. 285

Latour y Woolgar hay más un llamado a la construcción de los hechos científicos en tanto artificiales que otra cosa. Hacking encuentra que también hay cierto idealismo en el planteamiento de Goodman y en el de Latour, en parte por sus respectivos énfasis en la construcción de mundos y en las inscripciones. La importancia de estos enfoques radica en que no niegan la existencia de la realidades sino que afirman que estas realidades están constituidas por prácticas humanas. Y mientras que Goodman no dice el modo en que se ajustan las versiones del mundo con el mundo, Latour, Woolgar y otros construccionistas sí lo hacen.

Esta idea que señala Hacking de identificar lo artificial como algo que es fabricado y, en consecuencia, si algo es artificial deja de pertenecer a la realidad objetiva, se relaciona con la concepción aristotélica y, como veremos, con una noción esencialista del mundo. Es decir, que aunque Latour y Woolgar no asumen ser esencialistas, en el fondo, al negar el carácter 'objetivo' al fenómeno científico, están compartiendo una distinción aristotélica. Comentan Rioja y Ordóñez:

¿qué entiende Aristóteles por *física*? El término griego *physis* significa *naturaleza*. Luego la física consistirá en el estudio de los seres que integran la Naturaleza, o sea, los seres naturales. Éstos se oponen a otro tipo de seres que nuestro filósofo denomina fabricados. Tenemos así *seres naturales* y *seres fabricados*, sobre cuyas causas y principios es preciso interrogarse. El ser fabricado o ser artificial es producto de la mano del hombre; por tanto, su origen está en la producción humana. Pero, evidentemente, no puede decirse lo mismo del ser natural; ni los animales, ni las plantas, ni el agua o el aire deben lo que son a nuestra actividad productiva.²⁹⁰

Una vez que somos capaces de romper con los modos de la ciencia de concebir la naturaleza y el mundo, y de cómo podemos conocerlos, entonces, se puede ser realista sin ser un metafísico esencialista, pues la realidad no tiene que ser ni esencial ni algo dado ante nosotros. También deja de tener sentido la oposición entre lo artificial y lo natural. Por otra parte, nos permite distanciarnos de la noción de conocimiento como

²⁹⁰ Rioja, A., y Ordóñez, J., *Teorías del Universo*, volumen I, Síntesis, Madrid, 1999, pág. 48

adecuación o correspondencia a aquello que está ahí afuera, aceptando que puede haber otras formas de entender la verdad.

Para Hacking, en consecuencia, no hay contradicción en admitir que existen fuertes motivos para creer en la realidad de los fenómenos creados en el laboratorio. Por un lado, el mundo impone severas restricciones a cualquier creación arbitraria, por otro, los instrumentos determinan ciertas posibilidades e impiden otras. Si esto es así, lo que faltaría por determinar es ¿cómo se argumenta la realidad que producen la práctica experimental e instrumental?, esto es, ¿cómo se determina la realidad del efecto científico? En el siguiente apartado se expondrán los argumentos que surgen de la práctica experimental e instrumental.

5.2. LA REALIDAD DE LOS EFECTOS CIENTÍFICOS

Una vez aceptado el carácter artificial del fenómeno científico o el carácter híbrido entre lo natural y lo artificial, la pregunta que queda por hacerse es: ¿qué hace que llamemos algo real, algo del mundo, a eso que sale del instrumento?. Y en este sentido, se pregunta Galison: ¿cómo es que el desarrollo de la cámara de burbujas a gran escala afecta el modo de argumentar para creer en la validez de los datos?.²⁹¹ La pertinencia de esta pregunta se refuerza si se toma en cuenta que la cámara de burbujas significó la culminación de esa tradición visual en la física de partículas que se inició con la cámara de niebla.

En la experimentación a gran escala —en este caso, de la cámara de burbujas— se ubica, según lo entiende Galison, el cambio del carácter de lo que se denomina una demostración experimental o un adecuado argumento experimental. Para ello, hay que determinar la manera en que se extraen los fenómenos reales de lo *artificial*, es decir, de su carácter de artilugio.²⁹² Para Galison, Hacking es el primero en haber establecido

²⁹¹ Galison, P., *Image and Logic*, op. cit., pág. 426

²⁹² Deberá entenderse *artefacto* o *artilugio* en su acepción de ‘aparato’, pero también, como aquello que no es real.

criterios para definir la realidad de los efectos tomando como base la práctica instrumental y experimental. El paradigma que utiliza Hacking es su análisis del microscopio, con el cual establece los principios para creer en las imágenes que emergen de este instrumento:

i) *Similitud en los resultados*. La vida experimental de la microscopía emplea medios no teóricos para distinguir entre los artilugios y aquello que es la cosa verdadera, a pesar de que un positivista dirá que lo que sale del microscopio es sólo una fotografía y no una cosa real. Hacking utiliza el ejemplo del microscopio electrónico de baja potencia que revela pequeños puntos en los glóbulos rojos. A estos se les llama cuerpos densos, simplemente porque son densos para los electrones y aparecen en el microscopio sin ninguna preparación o tinte. Se especula que desempeñan un papel importante en la sangre. En este momento se puede sostener que son sólo artilugios del microscopio electrónico. Una prueba para determinar tal condición es, a su juicio, obvia: ¿pueden observarse estos cuerpos peculiares por medio de técnicas diferentes?.

En este caso el problema se resuelve fácilmente. El microscopio electrónico de baja definición es más o menos de la misma potencia que un microscopio luminoso de alta potencia. Los cuerpos densos no aparecen con cualquier técnica, pero el tinte fluorescente los revela cuando se observan subsecuentemente en el microscopio de fluorescencia. Entonces, se pueden comparar las micrografías fluorescentes con las micrografías electrónicas y se verá la misma imagen.

Dos procesos físicos —la transmisión electrónica y la reemisión fluorescente— se usan para detectar los cuerpos. Estos procesos no tienen particularmente nada en común entre ellos. Son esencialmente partes de la física no relacionadas. Sería una coincidencia ridícula si, una y otra vez, dos procesos físicos totalmente diferentes produjeran configuraciones visuales que fueran, no obstante, artefactos de esos procesos físicos y no estructuras reales de la célula.²⁹³

²⁹³ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 230

Por otra parte, se apoya en que en la vida real nadie invoca este argumento de la coincidencias. Se miran, se nota que son iguales y esto resuelve la cuestión al instante. «Mi maestro Richard Skaer esperaba poder demostrar que los cuerpos densos eran artefactos. Cinco minutos después de examinar sus micrografías experimentales se dio cuenta de que se había equivocado».²⁹⁴

Según estas consideraciones, el argumento se fundamenta en que diferentes aparatos basados en diferentes principios físicos obtienen el mismo tipo de efecto o, también, en que diferentes tipos de aparatos utilizados en situaciones diferentes logran obtener el mismo tipo de resultados. Algo similar le sucedió a Glaser, puesto que parte de la convicción del éxito de su cámara de burbujas, vino de la correspondencia entre la explosión física del éter dietílico supercalentado y la frecuencia conocida de los rayos cósmicos medidos por experimentos con ordenadores. Cuando los rastros aparecían, la correspondencia entre los efectos reconocidos por distintos aparatos, como la cámara de niebla, las emulsiones nucleares y los contadores, se hizo mucho más vívida, dando un carácter real a los rastros.²⁹⁵

ii) *Intervención*. Se aprende a ver en el microscopio haciendo algo, no sólo mirando.

La convicción de que una parte de la célula está allí y como la imagen la representa se refuerza, por decir lo menos, cuando utilizamos medios físicos para, por ejemplo, microinyectar un fluido precisamente en esa parte de la célula. Vemos cómo la pequeña aguja de vidrio —una herramienta que nosotros mismos hemos hecho bajo el microscopio— traspasa la pared de la célula. Vemos manar el lípido por el extremo de la aguja conforme le damos vuelta al tornillo micrométrico que empuja a un émbolo cabalmente macroscópico. ¡Maldición!. Inepto como soy, acabo de reventar la pared de la célula y tengo que intentarlo de nuevo con otro espécimen. El desprecio de John Dewey por la ‘teoría del conocimiento del espectador’ se aplica igualmente a la teoría del microscopio del espectador.²⁹⁶

²⁹⁴ *Op. cit.*

²⁹⁵ Galison, P., *Image and Logic*, op. cit., pág. 427

²⁹⁶ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 219

La práctica o la intervención desarrolla la habilidad para distinguir entre los artefactos visibles de la preparación o del instrumento y la estructura real que se ve en el microscopio. Esta práctica, que es un hacer y manipular, genera convicción y no requiere que el que la lleve a cabo entienda necesariamente algo de biología. La manipulación predecible de un fenómeno refuerza la creencia en su realidad. En un microscopio, el éxito obtenido en observar una rejilla de calibración hecha a mano da fe a la verosimilitud de las imágenes engrandecidas de los hasta ahora objetos invisibles. Dentro del criterio de la intervención y de la tradición experimental, la convicción viene dada por el dominio obtenido en una práctica experimental, pero también mediante la manipulación de los aparatos y los entes. Ambas convicciones están dadas por un conocimiento práctico. Hacking acota que ciertas entidades pueden ser invisibles por mucho tiempo y luego, con un nuevo truco de la tecnología, se tornan visibles. Sin embargo, no es interés de la ontología la distinción entre lo que es observable y lo que es meramente teórico.

iii) *La comprensión de los principios físicos del funcionamiento del aparato.*

[...] podemos verificar los resultados con cualquier tipo de microscopio, empleando un proceso físico de entre una docena de procesos físicos no relacionados para producir la imagen [...] Nadie que no sea el escéptico cartesiano puede suponer que la estructura está hecha por los instrumentos en lugar de ser inherente al espécimen.²⁹⁷

Hacking reconoce que ha subrayado el aspecto visual y que no obligatoriamente esto es concluyente, sin embargo, las imágenes o las micrografías obtenidas constituyen una parte de nuestra confianza en la realidad. Esto apunta la noción, señalada por Galison, de que dentro de la cultura de la física (y dentro de la cultura occidental) la tradición de la imagen ha constituido un medio fundamental para establecer lo que en realidad sucede en la naturaleza, y también la convicción de que se necesita cierto aprendizaje y cierta experticia para ver a través de una serie de instrumentos.

²⁹⁷ *Op. cit.*, pág. 233

Este tipo de experticia no ha sido tampoco considerada por la filosofía de la ciencia. Para Galison, cada uno de estos criterios aportados por Hacking es un argumento válido para apreciar, por ejemplo, a la cámara de burbujas como un buen detector de los rastros de partículas cargadas. Pero sostiene que la legitimación de instrumentos también está sometida a un proceso histórico. ¿Cómo se obtiene un efecto real cuando el recurso que tenemos para detectar partículas se ha transformado en un recurso de escala industrial?. Debemos reconocer que en este proceso de transformación de los aparatos se modifican también los criterios para determinar aquello que es real. Por tal motivo Galison agrega estos otros criterios:

iv) *El control*. El aumento del tamaño de la máquina trajo problemas de distorsión de la imagen. Esta distorsión provenía de diversas fuentes: errores en el material de la película, defectos del lente, distorsión óptica de las ventanas, turbulencia térmica en la cámara, desplazamientos de rastros por movimiento del líquido. Cada una de estas distorsiones supuso el trabajo de un grupo específico para resolverlas. Sólo comprendiendo y controlando estos artefactos, para evitar errores en los efectos producidos, podrían advenir los verdaderos fenómenos. Por lo tanto, surge el control como un criterio más para determinar la realidad de los efectos, puesto que pasa a ser un elemento que permite evaluar la confiabilidad de los resultados. Esto significa que comienzan a establecerse unos criterios de control que nos permiten determinar si podemos o no confiar en los resultados.

v) *Errores personales*. Los errores no son sólo atribuibles a los instrumentos, también debe reconocerse la existencia de los errores humanos. Cuando se trabajaba en los experimentos de la cámara de burbujas se hizo común que se calculara la eficiencia de las *scanners*. Era una manera de compensar los errores personales y se tornó prominente cuando la escala de la experimentación creció. Más sorprendente aún son los *tests* de errores humanos que se les aplicaban a los físicos. Por ejemplo, la Universidad de Berkeley desarrolló el programa GAME que falsificaba histogramas parecidos a los datos finales reducidos de un experimento. Se le solicitaba a un físico que reconociera la

señal real y significativa de un experimento de una pila de histogramas impostores. Este programa logró controlar el obvio deseo de *scanners* y físicos de obtener nuevos eventos.²⁹⁸

vi) *Reducción de datos*. La innovación más importante en la extracción de señales confiables vino a través del desarrollo extensivo de la reducción de datos. La variedad de las tareas automatizadas concedió a esta actividad un rol mucho más destacado en la construcción de la demostración experimental, como nunca antes en la historia de la física. Una por una de las actividades de la física comenzaron a ser procesadas por ordenadores: *scanning*, medición, reconstrucción de los rastros y análisis experimentales. Los ordenadores ofrecían la ventaja de acelerar el proceso de las *scanners*, lo que hizo posible que se efectuaran experimentos que no hubieran sido contemplados de otro modo. Además, ajustando estadísticamente una curva a los datos, el ordenador podía producir un rastro mucho más exacto que la fotografía, y resolviendo ambigüedades en la identificación de las partículas, el ordenador podía interpretar eventos donde el ojo humano no alcanzaba a hacerlo. Para Galison todos estos aspectos no eran avances poco significativos. Finalmente, lo que en un momento fue una actividad automática y rutinaria de reducir datos para hacer inteligibles y usables los resultados, terminó siendo mucho más que eso; expandió la clase de posibles demostraciones, combinando muchos eventos en un sola y única representación visual. De hecho, su introducción alteró para siempre tanto la organización del trabajo en la física de partículas como la naturaleza de la argumentación experimental. Los análisis de datos no eran ya una parte auxiliar de hacer el experimento: eran el experimento.²⁹⁹

5.3. REHACIENDO LA NOCIÓN DE NATURALEZA

Desde siempre, la naturaleza, su representación, ha intrigado al hombre. Los primitivos buscaban comprender la voluntad de los dioses del mar, de los volcanes, de

²⁹⁸ Galison, P., *Image and Logic*, op. cit., pág. 428

²⁹⁹ *Op. cit.*

los ríos; los griegos escaparon del mundo de la magia colocando leyes estrictas y precisas, leyes del lenguaje de los signos, mediante el cual el hombre se dirigía a la naturaleza para reconciliarse con ella. Para Aristóteles, la naturaleza se transforma en una jerarquía de formas organizadas. Ha sido deseo inconsciente para los estoicos, creación para los hebreos de la Biblia; deseo de retornar a ella para los filósofos del renacimiento. Los mecanicistas tomaron posesión del mundo de la materia y le impusieron un lenguaje matemático al que es incapaz de responder, pero según el cual se ordena. Descartes y los modernos en general intentaron establecer los mecanismos de la estructura de una máquina. Fue un nuevo tipo de naturalismo para el siglo XVIII, Madre Naturaleza para Lucrecio y Diderot; silencio para Pascal. Pero, en definitiva, ¿cuándo la naturaleza ha sido un hecho?³⁰⁰

G. Bachelard observa que cada crisis de pensamiento implica volver a fundar la totalidad del saber. Nuestra cabeza hecha debe ser re-hecha; ella cambia de especie,³⁰¹ R. Lenoble sostiene que la naturaleza también. Estima este autor que no hay una naturaleza en sí, hay siempre una naturaleza pensada. La naturaleza carece de un sentido independientemente de la representación de los sujetos pensantes. Lo que tenemos es una idea de naturaleza que toma sentidos radicalmente diferentes a través de las épocas y los hombres. Nunca hemos tenido a la naturaleza como una realidad desnuda, impuesta al hombre como una concepción necesaria de su destino. Todo lo contrario, la naturaleza siempre se ha aparecido ante el pensamiento de los hombres como construcción, no arbitraria, ciertamente, pero sujeta a todo tipo de representaciones: la del sabio, la del artista, la del poeta, la del teólogo.

Surge entonces la tarea de precisar qué tipo de naturaleza es la que se ha ido perfilando mediante la diversidad de prácticas a lo largo del siglo XX. Lenoble refiere a una naturaleza física idéntica —lo que cambia es la mirada. Piensa que es la mirada la que construye nuestras distintas nociones del modo en que pensamos el mundo o la

³⁰⁰ Lenoble, R., *Histoire de l'idée de nature*, Éditions Albin Michel, París, 1969

³⁰¹ Bachelard, G., *La formación del espíritu científico*, Siglo XXI, México, 1981

naturaleza. Desde la visión de Hacking y de aquellas filosofías centradas en la actividad científica en tanto interventora, se ha intentado mostrar que no se trata sólo de una mirada, sino que la naturaleza se va modificando y transformando en la medida en que actuamos sobre ella y ella actúa sobre nosotros. Al dejar de considerar a la naturaleza exclusivamente bajo la representación, se abre una nueva dimensión ante nuestros ojos.

En esta perspectiva se modifica lo que se entiende por conocimiento, por cuanto este involucra una intervención en la naturaleza. Ya no más hay que sostener el carácter de exterioridad del mundo y la noción muy arraigada de que la naturaleza tiene un estatuto ontológico único. Cercana o lejana, siempre la hemos colocado fuera de nosotros; la hemos concebido incapaz de representar algo permanentemente construido por nuestra prácticas materiales. Sin embargo, habría que asumir que la rehacemos en el laboratorio; que se crean fenómenos o efectos científicos que, a su vez, nos permiten conocer nuevos fenómenos y crear nuevos objetos, y que ello conduce a la actividad científica a ejercer paulatinamente una transformación del mundo en que vivimos. Se podría decir que creamos y construimos permanentemente nuevas naturalezas.

Por otra parte, en la medida en que la naturaleza deje de tener ese carácter de exterioridad puede que se logre comenzar a establecer una noción de ella que no tenga necesariamente que ser una donde esté ‘toda ahí’, ya dada, ya hecha, y que ha sido la matriz de un tipo de concepción que se ha denominado metafísica o esencialista. Esto a su vez, eliminaría el adjetivo ‘problemático’ al hablar de la creación de fenómenos o del carácter artificial del fenómeno científico. Permitiría entender que estas son nuestras actuales formas de conocimiento, que la manipulación y la creación son los modos por medio de los cuales expresamos nuestro conocimiento.

Hemos tenido la metáfora aristotélica que distinguía la *physis* por oposición a lo que se fabrica artificialmente; hemos tenido también la metáfora de la gran máquina del mundo, del libro de la naturaleza escrito con caracteres matemáticos, ¿tenemos una metáfora para esta nueva visión que ha introducido la práctica científica?. Hacking aspira

a una metáfora en donde hombre y naturaleza colaboren de forma conjunta. No parece que sea esta la que vislumbra Ordóñez:

No es ninguna estupidez que Mary Shelley escribiera a principios del siglo XIX un libro titulado *Frankenstein o El moderno Prometeo*, en el que un doctor llamado Frankenstein tuvo la osadía de construir un hombre con tejido de cadáveres y, mediante fenómenos galvánicos más o menos conocidos, fue capaz de crear vida [...] esto puede parecer muy cinematográfico e ingenuo, pero no lo es en absoluto. Shelley no escribió esta historia desde la ingenuidad, sino desde el patetismo de una sociedad que asistía al nacimiento de una ciencia que se consideraba enormemente peligrosa y que competía claramente con otras formas de cultura [...] todos en el siglo XX, de modo colectivo, somos Frankenstein; hemos logrado que el Frankenstein sea universal, así como todos somos un poco Prometeo, o bien hemos generado una sociedad prometeica, que es la sociedad del siglo XX.³⁰²

Esta nueva visión de lo que es nuestro conocimiento permite que surjan debates importantes con respecto a la responsabilidad de nuestras acciones en el mundo. Actualmente, como señalan N. Castree y B. Braun,³⁰³ la naturaleza es algo imaginado y real, externo y aún así, hecho, fuera de la historia, pero fieramente confrontada en cada giro de esta. Está a la vez en todas partes y en ninguna, constituye la fundación de toda vida y es el elusivo sujeto de un debate teórico y político. En definitiva, es una dificultad.

Los que sostienen que la naturaleza es algo dado ante nosotros se oponen a aquellos que defienden la idea de que ella es construida, hecha y re-hecha constantemente. Los primeros sienten que admitir nuestras continuas y diversas construcciones y representaciones de la naturaleza significa decretarle su fin; aspiran a defenderla de sus agresores, a preservarla en su aspecto prístino, insistiendo así en la distinción entre naturaleza y sociedad. Las posiciones que se enfrentan a estas tesis asumen que tal distinción no tiene sentido, porque la intervención en la naturaleza no es ni poco natural, ni algo que debamos lamentar ni temer. A pesar de todo, en nuestro

³⁰² Ordóñez, J. *Ciencia, tecnología e historia*, op. cit., págs. 88-89

³⁰³ Castree, N. y Braun, B., 'The construction for nature and the nature of construction: analytical and political tools for building survivable futures' en *Remaking Nature* Routledge, USA y Canada, 1998

imaginario se sigue manteniendo un dualismo entre naturaleza y cultura, y continuar con esta división es una mala estrategia. Hay que tomar responsabilidad sobre nuestras intervenciones en la naturaleza: cómo se desarrollan, quiénes las hacen, para qué beneficios, con qué consecuencias ecológicas y sociales. Se requiere entonces una teoría política de la naturaleza³⁰⁴ o una axiología de la ciencia.³⁰⁵

La naturaleza es múltiple, su producción social procede de acuerdo a distintas temporalidades, no tiene una única lógica subyacente, no sigue un único plan. En consecuencia, las luchas por la producción social de la naturaleza son multifacéticas, ocurren a diversos niveles, envuelven una larga lista de actores (no todos son humanos) e involucran una pluralidad de lógicas sociales y ecológicas, que no pueden ser reducidas a una historia única. Todo esto llama a la creación de nuevas herramientas para admitir esta pluralidad. Se trata de establecer qué tipo de realidad re-hacemos, qué tipo de naturaleza producimos. Debemos preguntarnos qué tipo de naturalezas queremos habitar en el futuro.³⁰⁶

Castree y Braun examinan tres tradiciones, que constituyen un instrumento analítico y político para entender los mecanismos de la construcción de la naturaleza y para establecer posibles estrategias de acción.

1. Los nuevos estudios marxistas que retoman el modo conceptual y práctico con el cual Marx trató el concepto de naturaleza, y que se interesan, igualmente, en cómo los sistemas de producción capitalistas transforman todos los espacios naturales en espacios de mercado, lo que transforma también el mundo que habitamos.
2. Las intervenciones de los post-estructuralistas que centran su atención en los aspectos del lenguaje, colocando la agencia de la transformación del mundo en el plano de la cultura o del discurso. El riesgo que ello implica es que anulan el papel de los

³⁰⁴ *Op.cit.*, pág. 14

³⁰⁵ Echeverría, J., *Ciencia y valores*, op. cit.

³⁰⁶ Castree, N. y Braun, B., *op. cit.*, pág. 35

organismos y los sistemas físicos en el rehacer de la naturaleza. Sin embargo, dan importancia a aspectos como la Gran Ciencia y los *mass-media*, con lo que distinguen nuevos tipos de políticas económicas, cosa que muchas veces no hacen los marxistas. Por otro lado, asignan importantes espacios de reflexión en lo que respecta al cuerpo humano, que parece ser muy natural para ser considerado como una ‘especie de artefacto’. Sin embargo es algo que está siendo reconstituido desde la biomedicina, la moda, los medios de comunicación; el cuerpo no escapa a un complejo de técnicas discursivas y productivas del capitalismo tardío. Más que ningún otro sitio, este ‘cuerpo-artefacto’ muestra las relaciones entre el capital, el discurso y la tecnología en la reinención de la naturaleza al comienzo del siglo XXI.

3. A juicio de los autores, los Estudios de Ciencia pueden ser vistos como un complemento de los anteriores, dado que retoman la ciencia en tanto práctica y muestran que, lo que cuenta como naturaleza, ocurre en redes que incluyen lo social, lo técnico, lo discursivo y los elementos orgánicos simultáneamente. Latour y otros han enfatizado que no hay autonomía de lo social, que naturaleza y cultura están entrelazadas de forma inseparable. En este enfoque tenemos una interacción entre personas, objetos y cosas. Haraway modifica, en este sentido, la frase de Hacking y alega que la representación es también un tipo de intervención. La naturaleza no puede pre-existir a su construcción, ya que es simultáneamente algo hecho material y semióticamente.³⁰⁷

Hacking no dudaría en adscribirse a esta última posición; ha señalado varias veces que estos estudios marcan la dirección correcta para pensar nuestros actuales problemas con respecto a la actividad científico-tecnológica. Ciertamente, estos estudios permiten elaborar redes que no se encuentran fijadas por condicionantes pre-determinados, lo cual permite ir pensando el dinamismo y la interacción de las diferentes construcciones que ocasiona el flujo entre naturaleza y cultura.

³⁰⁷ Haraway, D., *op. cit.*

6. EFECTOS DE LA PRÁCTICA EN LAS REPRESENTACIONES

En el siglo XVII, con el estilo de laboratorio, se inaugura una práctica experimental nueva. Esta práctica genera un nuevo modo de concebir el conocimiento y de razonar. El estilo de laboratorio se caracteriza por ser una manera particular de pensar y de hacer a la vez, que combina modelos teóricos y modelos de aparatos con la manipulación de instrumentos y entidades.

En este aspecto particular, Hacking refiere a Galison, quien sugiere llamar a esta dinámica ‘zona de intercambio’: una zona en la cual se unen diversos modos de pensar y de acción, que corresponden a las diferentes subculturas ya señaladas. Esta unión permite obtener una forma de conocimiento que es el conocimiento experimental. La ‘zona de intercambio’ es una idea útil porque da cuenta de los diversos estilos de razonamiento que confluyen en una investigación. Implica que existe una colaboración entre diferentes estilos, y que un experto en determinado estilo hace uso de otro núcleo de técnicas de otro estilo.³⁰⁸

Por lo tanto, a juicio de Hacking, existen diversos estilos de razonamiento, cada uno ha establecido a lo largo del tiempo un canon de objetividad, o dicho en otras palabras, los estilos de razonar van imponiendo nuevas acepciones a eso que llamamos objetividad. Así, la práctica experimental genera el modo por medio del cual admitimos lo que es un objeto creado en el laboratorio y también el modo en que razonamos al respecto; esto supone que la práctica no es un hacer simplemente, sino un hacer y pensar a la vez.

En consecuencia, el estilo de laboratorio, aparte de inaugurar una manera de razonar, establece a la vez lo que se denomina evidencia o cuestiones de hecho. Por esta razón es que para Hacking, analizar el estilo de laboratorio o la experimentación, en

³⁰⁸ Hacking, I., ‘Style for Historians and Philosophers’, *op. cit.*, págs. 1-37

general, no consiste en mostrar cuántos elementos irracionales o ‘no científicos’ existen en esta práctica; consiste en preguntarnos: ¿cómo es que hemos llegado a llamar a estos procedimientos los razonables?.³⁰⁹

Son estas reflexiones las que deben formularse, indica Hacking. Una vez admitidas las condiciones de emergencia materiales e históricas que determinan las prácticas científicas y, en consecuencia, la creación y manipulación de fenómenos, se trata de ir configurando cómo ese estilo, en este caso el estilo de laboratorio, ha producido un canon atemporal de objetividad hasta nuestros días, no necesariamente para siempre. El tema acerca de la conformación de nuestras nociones de objetividad y de verdad será tratado por Hacking por medio de lo que denomina Estilos de Razonamiento Científico, y se estudiará en el próximo capítulo.

³⁰⁹ Hacking, I., ‘Philosophers of Experiment.’, *op.cit.*, pág. 149

El pensamiento de Hacking se ha sustentado en la reflexión sobre la práctica experimental, en dos vertientes principales. En una se ha dedicado a mostrar que el modo en que se relacionan la teoría y el experimento es muy diverso, y que existen diferentes estratos de teoría y diferentes formas de experimentación. La otra vertiente ha sido el forjamiento de una crítica para cuestionar el tratamiento idealista con que la filosofía de la ciencia tradicional ha estudiado esa relación; le recrimina básicamente no haber contemplado las prácticas efectivas y reales y la complejidad que estas suponen. En definitiva, para Hacking la filosofía debe saber cómo opera la ciencia, y para ello debe tomar nota de la práctica. Ambos aspectos exigen repensar la manera en que se hace filosofía y nuestra concepción tanto del mundo teórico como del mundo experimental.

Hacking reconoce su posición realista, pero aspira a que este realismo no tenga las connotaciones de un realismo científico basado en una concepción esencialista del mundo y en una concepción de la verdad como correspondencia.

Cuando hablo de realismo no pretendo significar todo el acrecentamiento dado por los filósofos. Por ejemplo, muchos realistas argumentan por el realismo en términos de converger hacia una sola verdad del mundo. No hay nada, sin embargo, en la actitud realista que exija una expresión única de cómo es el mundo. El realismo no tiene por qué exigir la unidad ideal del mundo y del pensamiento para poder existir.³¹⁰

El realismo de Hacking se vale de la actividad experimental. Esta ruta de acceso también la comparte N. Cartwright, quien la ha denominado ‘el carácter nomológico de las máquinas’.³¹¹ Hacking acompaña su realismo con una suerte de materialismo que refiere tanto a los instrumentos y los aparatos, como a las prácticas en tanto transformadoras de nuestro mundo material. Así, práctica experimental, realismo y materialismo dan cuenta una visión pragmática de la ciencia.

³¹⁰ Hacking, I., ‘The Participant Irrealist at Large in the Laboratory’ *op. cit.*, pág. 290

³¹¹ Cartwright, N., *How the Laws of Physics Lie*, *op. cit.*

Aun afianzándose en una posición realista, Hacking no cree que la filosofía de la ciencia deba continuar en una discusión sobre el realismo o el anti-realismo; aunque es la temática del realismo, precisamente, la que le permite discutir con diversas posiciones filosóficas sobre la ciencia. Hacia este blanco es al que Hacking enfila su ataque con más fuerza: «Cuando la idea de la correspondencia entre el pensamiento y el mundo se ponga en lugar apropiado —a saber, la tumba— me pregunto si seguirán rápidamente ese camino el realismo y el anti-realismo».³¹²

Por otra parte, he encontrado en ‘nominalismo’ sólo un término aproximado para definir la posición de Hacking en lo que concierne al mundo del pensamiento y de las representaciones. Y digo aproximado porque, si bien es cierto que indudablemente es nominalista, que se define a sí mismo como ‘nominalista dinámico’ o como ‘realista dialéctico’, que concuerda en líneas generales con el nominalismo, su interés —centrado en la interacción entre el mundo del pensamiento, de las acciones y de los objetos que emergen— va más allá de poder catalogarse sencillamente con ese rótulo. En este sentido, Hacking opina sobre qué debe ocuparse la filosofía actual:

Es una tarea filosófica de nuestro tiempo conectar: 1) Las dimensiones sociales del conocimiento, del tipo planteado por D. Bloor y B. Barnes en Edinburgo, pero ahora bastante comunes en Europa, especialmente en el Reino Unido. 2) La metafísica, particularmente los debates que resultaron de las diferentes posiciones revisadas de H. Putnam, empezando con el realismo científico fundado en su teoría de la referencia, pero siguiendo con su rechazo de semejante realismo y su defensa actual del realismo interno, el foco de atención reciente, en los Estados Unidos. 3) Los aspectos Braudelianos³¹³ de la ciencia, esto es, el lento movimiento a largo alcance,

³¹² Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., págs. 43-44

³¹³ Este término alude a una referencia de P. Galison en *How Experiments End* (op. cit., pág. 246). Galison utiliza a C. Braudel, quien toma el vocabulario sociológico de E. Durkheim: obstáculos, resistencias y constricciones, para aplicarlo a contextos históricos específicos, y en general, con un fundamento material. De este modo, separa los tiempos históricos en términos de restricciones a largo, mediano y corto plazo. También distingue tiempos: tiempo geográfico, tiempo social, tiempo individual. Cada uno de estos niveles temporales ofrece un conjunto propio de restricciones tanto en los actores como en las acciones históricas. Galison sostiene que él de alguna manera ha pretendido aplicar estas nociones a su historia de la física. Hacking desea retomar esta dimensión temporal de la emergencia del conocimiento y, sin embargo, acumulativa en el tiempo.

persistente y los aspectos acumulativos para el crecimiento del conocimiento.³¹⁴

Conectar estos tres puntos era trivial cuando el total de la ciencia era considerado como una gradual acumulación braudeliana. Se tenía una metafísica del mundo real, frente al cual correspondían proposiciones verdaderas; acompañada de un permanente deseo de encontrar la verdad, y además se contaba con un tipo de civilización —el nuestro— que favorecía esta empresa. Esta visión ha perdido su privilegio, ha perdido vigencia o autoridad. Ahora bien, ni Putnam ni los construccionistas se relacionan entre sí, pero, por otro lado, ninguna de estas corrientes tiene mucho interés ni hace mucho uso de grandes unidades de reflexión histórico-filosóficas. Ciertamente algo ha caído, y Hacking juzga que todo esto ha sucedido a partir de la obra de Kuhn.

Hacking aspira a algo que le permita pensar el conocimiento, pero este pensamiento debe ser capaz de relacionar, conjuntamente, la metafísica del mundo y una microsociología que exprese las condiciones materiales y efectivas de emergencia de ese mundo y de ese tipo de conocimiento; ese algo debe incluir las dimensiones sociales de emergencia, la constitución del mundo y un modo particular de conocimiento. De manera que Hacking ha encontrado en los Estilos de Razonamiento Científico un intento de una propuesta para unir en un ‘conjunto dinámico’ las dimensiones sociales, metafísicas y epistémicas, separadas en la tradición filosófica. Confiesa que lleva más de veinte años trabajando con esta idea de los estilos, y esto hace suponer, entonces, que el término nominalismo sea apropiado sólo para ciertas partes de su propuesta.

A este capítulo le corresponde intentar mostrar, en primera instancia, el modo en que Hacking concibe la interacción de las prácticas experimentales con los fenómenos creados en el laboratorio en tanto reales, mediante la propuesta de una ontología que permita una concepción no esencialista de la naturaleza. En segunda instancia, la manera en que Hacking relaciona las prácticas y el mundo con el pensamiento, las ideas, las

³¹⁴ Hacking, I., ‘Statistical Language, Statistical Truth and Statistical Reason’ en Mac Mullen, E. (ed.), *Social Dimensions of Science*, Notre Dame University Press, Notre Dame, 1992, pág. 130

teorías, leyes y modelos, en definitiva, con lo que él ha denominado el mundo de las representaciones. Con su propuesta de los Estilos de Razonamiento Científico, se intentará explicar su visión de conjunto de cómo conocemos y constituimos el mundo.

1. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y REALISMO

En el capítulo anterior se mostraron las diferentes formas en que se podía argumentar experimentalmente la realidad de los efectos. Hacking cree que la polémica realismo - anti-realismo no es una discusión esencial en la actual filosofía de la ciencia.³¹⁵ Lo que sí es importante, a mi juicio, es la defensa de un realismo que emerge de la práctica experimental. Por encima de la defensa de un realismo de las entidades, de las tradicionales discusiones sobre lo observable y no observable, Hacking se decanta por un realismo experimental; un realismo derivado de nuestra interacción con los materiales de trabajo en el laboratorio (ratas, genes, electrones, positrones, moléculas, etc.). Armado de este realismo, quiere defender la existencia de los objetos del mundo creados en el laboratorio, que están ahí, presentes, independientemente de nuestros modos de entenderlos y comprenderlos.

Asume el realismo sosteniendo que existen criterios experimentales no contemplados nunca por la filosofía, la cual se ha preocupado más en defender algo como la realidad de los efectos científicos, con un énfasis teórico que ha ignorado la práctica y la interacción con el mundo. Así, llama la atención sobre determinados criterios experimentales en lugar de los ya sabidos argumentos teóricos a favor y en contra de la realidad. Por lo tanto se interesa en elaborar lo que denomina argumentos experimentales: argumentos que se derivan del hacer y del intervenir en la práctica, más que del pensar, al menos en el sentido usual del término.

³¹⁵ Hacking, I., *Scientific Practices*, op.cit.

Sin embargo, no niega la existencia de argumentos teóricos para justificar la realidad, ni tampoco que haya entidades que puedan postularse teóricamente primero, sino que existen otros criterios que no están basados en la teoría, sino en la práctica experimental, y son estos argumentos los que tienen una gran fuerza para justificar la realidad de los fenómenos. Hacking juzga que la intervención y la manipulabilidad de entidades supone un argumento fuerte para la defensa de los efectos científicos o de las entidades de la ciencia; lo cual es muy diferente de sostener que este es el único tipo de argumento. Esta defensa de la práctica experimental y de los argumentos realistas que emergen de ella, es lo que permite que confrontemos su posición con numerosos autores en el debate filosófico

De este modo, Hacking no admite el realismo interno de H. Putnam, a quien denomina un nominalista trascendental. Putnam se acoge a una posición kantiana al asumir que sólo bajo determinados esquemas conceptuales o categorías es que podemos hablar de la realidad de los objetos. Concede a Putnam que siempre trabajamos con determinadas descripciones y que esto es una forma de recortar la realidad, pero ello no significa que se tenga que aceptar que sólo a través de los conceptos, las categorías y las representaciones podamos decir qué es o no real. En la misma línea ubica el constructivismo de B. van Fraassen, quien sostiene que no es necesario un recuento realista de la ciencia; posición que constituye justamente un ejemplo de quien desconoce la fuerza de la práctica experimental. Pero también considera que van Fraassen es conservador: al ignorar la práctica científica no pone en cuestionamiento qué quiere decir ser ‘empíricamente adecuado’, ni qué significa para una teoría adecuarse a los fenómenos, y tampoco dice nada de lo que *son* los fenómenos.³¹⁶ Si una teoría es o no adecuada a un cuerpo de fenómenos, no es algo que esté dado con anterioridad en la teoría o en los fenómenos, es algo que se va estableciendo de forma conjunta. Otra evidencia del carácter conservador del constructivismo resalta cuando niega la realidad de las entidades teóricas, ya que ello supone desconocer toda la práctica experimental de, al menos, el último siglo.

³¹⁶ Hacking, I., ‘The Participant Irrealist at Large in the Laboratory’, *op. cit.*, pág. 282

En el mapa de las discusiones planteadas a lo largo de su obra, se observa que su primera confrontación en importancia es con el realismo científico, también llamado realismo metafísico, defendido por filósofos como J. Leplin, S. Psillos, R. Boyd o P. Lipton, entre innumerables autores, y por destacados científicos como S. Weinberg, S. Glashow o A. Sokal. Desde la perspectiva de los argumentos metafísicos del realismo, Hacking se enfrenta a todas aquellas posiciones que admiten una noción esencialista de la naturaleza, a la que suma sin ninguna dificultad la idea de la verdad como correspondencia: hay una correspondencia entre nuestro pensamiento y el mundo.

En cuanto a la discusión teórica y epistémica sobre el realismo, los argumentos de los realistas científicos tienen que ver con lo que se denomina la inferencia a la mejor explicación. Hacking es escéptico frente a los tres tipos de argumentos que implica. No es que descarte absolutamente el valor del argumento de la explicación (cosa que no admiten ni van Fraassen ni Cartwright), sino que le parece que es un argumento menos plausible, con menos fuerza que los argumentos experimentales. Por otra parte, la inferencia a la mejor explicación es un argumento inductivo. El ideal de la inducción es la existencia de una regla para sostener conclusiones generales a partir de datos concretos; supone argumentar desde la razón, es un tipo de razonamiento. Y Hacking opina que la inducción y todos los razonamientos de este tipo pertenecen a la filosofía del espectador, es decir a una filosofía que no contempla el hacer; son razonamientos válidos, pero después de que hayamos establecido aquello que existe por medio de la práctica. En este sentido, se apoya en N. Goodman, para quien la relación entre la justificación de las reglas y las consecuencias que se derivan de estas se encuentra en el interior de un tipo de racionalidad. En su crítica a Hume, Goodman aprecia que lo que diferencia predicados saludables y no saludables es la tradición y el uso, y no las reglas en sí mismas.³¹⁷ A mi juicio, esto significa que atendamos primordialmente a las prácticas, a los modos en que interactuamos con el mundo, para luego poder considerar el tipo de argumentaciones y justificaciones que hacemos.

³¹⁷ Hacking, I., 'On Kripke's and Goodman's Uses of Grue' en *Philosophy*, vol. 68, 1993, págs. 269-295

Analizando la inferencia a la mejor explicación, Hacking observa tres tipos de argumentos. El primero de ellos está relacionado con la llamada inferencia simple. Se ilustra este argumento con el caso del efecto fotoeléctrico: sería un milagro que funcionara sin que hubiera fotones. El fenómeno por medio del cual cierta información es convertida en imágenes por impulsos eléctricos que se transforman en ondas electromagnéticas, que, a su vez, son recibidas por el televisor, es una prueba ineludible de que los fotones existen. El realista infiere que los fotones son reales porque no podríamos entender de otra manera cómo las imágenes se transforman en mensajes electrónicos. Hacking objeta este tipo de argumentos que apelan a la explicación, por considerarla una base insuficiente para afirmar el realismo. Si se dice que Einstein mismo creía en la realidad de los fotones, se está haciendo una petición de principio, pues el debate entre realistas y anti-realistas se centra en el problema de si la adecuación de la teoría del fotón de Einstein requiere, en efecto, que los fotones sean reales.³¹⁸

El segundo argumento a favor de las entidades teóricas descansa en la noción del accidente cósmico, mediante el cual el aumento del conocimiento muestra que una buena teoría explica diversos fenómenos que antes no estaban conectados. Para el realista, esto es un argumento para evidenciar la realidad de los fenómenos; para el anti-realista, es simplemente una adecuación empírica. Una vez más, el argumento va en círculos, como lo hacen desde la teoría todos los argumentos a favor del realismo y del anti-realismo.

Por último, se encuentra el argumento del éxito de la ciencia, que adquiere la modalidad de los efectos prácticos que produce el conocimiento. Concuera con Popper en que no tiene sentido preguntarnos por el éxito de la ciencia, ya que lo único que podemos esperar es que continúe. Pero, en el argumento del éxito de la ciencia en tanto aumento del conocimiento subyace la noción de que convergemos hacia una realidad y hacia una verdad. Justamente la noción que Hacking quiere desechar por completo.

³¹⁸ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit. pág. 74

Entre los criterios esbozados en el capítulo anterior para creer en la realidad de los efectos producidos mediante la actividad experimental con aparatos, el más destacado por Hacking es el criterio de la intervención. Este argumento o criterio no se debe a que ponemos a prueba hipótesis acerca de las entidades; más bien es porque las entidades que en principio no pueden ser ‘observadas’ se manipulan regularmente para producir nuevos fenómenos y para investigar otros aspectos de la naturaleza. Son herramientas, instrumentos para hacer y no para pensar.³¹⁹ Al inicio de lo que se ha llamado la entidad del electrón, la gente no ponía tanto la atención en probar su existencia, sino en el hecho de que entraban en interacción con ellos. Mientras mejor entendamos los poderes causales del electrón, podremos construir más eficientemente aparatos que logren efectos mejor comprendidos en otras partes de la naturaleza.

Cuando se logra usar el electrón para manipular otras partes de la naturaleza de una manera sistemática, esta partícula ha dejado de ser un ente hipotético o inferido. Ha dejado de ser teórico y se torna experimental. La noción de la manipulabilidad de entidades como criterio experimental ha hecho que Hacking sea conocido como un defensor de un realismo de entidades. Es decir, un realismo que se encuentra a medio camino entre el realismo científico y el anti-realismo empírico.³²⁰ Este tipo de realismo supone el criterio de la causalidad.

Quizás hay dos orígenes míticos muy distintos de la idea ‘realidad’. Una es la realidad de la representación, la otra es la idea de lo que tiene un efecto sobre nosotros y sobre lo que podemos influir [...] Consideremos real lo que podemos usar para intervenir en el mundo para afectar algo más, o lo que el mundo puede usar para afectarnos.³²¹

Hay una realidad que es la realidad de las representaciones. Los hombres no sólo somos *homo faber*, también somos *homo depictor*, hacemos representaciones. Gran parte de las discusiones filosóficas han estado basadas en lo adecuado o inadecuado de nuestro

³¹⁹ *Op. cit.*, pág. 292

³²⁰ Clarke, S., ‘Defensible Territory for Entity Realism’ en *British Journal for the Philosophy of Science*, 52, 2001, 701-722.

³²¹ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, *op. cit.*, pág. 174

modo de representarnos la realidad. Primero se encuentra la realidad que sus representaciones, y Hacking no pretende afirmar lo contrario. Mediante la representación se erige un primer modo. El otro se conforma a través de la visión de lo real como causa que produce efectos, y como lo que nosotros en tanto humanos somos capaces de causar o de intervenir en el mundo; es un modo de producir efectos que va en ambas direcciones.

La noción de causalidad que introduce Hacking es otro factor con que se opone a la tradición analítica. Desde Hume se aprendió a pensar que la ley de la gravitación universal es una regularidad que describe lo que pasa en el mundo. Desde Hume se dijo no a las causas y sí a las regularidades. Nuestras nociones de causalidad y de leyes causales debían ser vistas como eso, como regularidades. Esto llevó a sostener que la explicación de un fenómeno consistía en deducirlo de una regularidad general, lo cual suponía una ley de la naturaleza, lo que a su vez condujo al modelo nomológico deductivo de Hempel. La oposición a las entidades no observables va de la mano con una oposición en torno a las causas. Tal conjunción se manifestó a lo largo y ancho del positivismo, y ha alcanzado un reduccionismo extremo.³²²

Hacking apela a la noción de causalidad de Popper. Este asevera que utilizamos la palabra real para hablar de cosas materiales del tamaño ordinario, por ejemplo ‘las que puede manipular un bebé’; luego se va extendiendo el uso de la palabra a cosas más grandes o demasiado grandes como para que podamos manipular (trenes, casas, montañas) y, posteriormente, a cosas muy, pero muy pequeñas, como las partículas de polvo o las pulgas. Esta complejidad creciente lleva a Popper a preguntar cuál es el principio de extensión, con lo que realiza la siguiente elaboración: las entidades que conjeturamos que son reales deben ejercer un efecto causal sobre las cosas que son en primera instancia reales, esto es, sobre las cosas materiales del tamaño ordinario. Según

³²² *Op. cit.*, pág. 69

este tipo de argumento, los cambios en el mundo material ordinario acontecen por el efecto causal de las entidades que conjeturamos como reales.³²³

Hacking no considera que esto es tan simple, aunque admite que Popper apuntó en la dirección correcta. La realidad tiene que ver con la causalidad, pero esta no es algo que emane de una simple especulación, sino que surge como resultado de nuestra habilidad para interactuar con el mundo. De esta manera, el criterio de la causalidad puede aplicarse tanto al microcosmos como al macrocosmos. Hay una continuidad entre ambos que no debemos necesariamente modificar. En esta perspectiva de la causalidad, utiliza conjuntamente la noción de Popper, que es un racionalista, y las nociones pragmáticas de J. Dewey. No se trata de una causalidad en términos abstractos (del tipo la inferencia a la mejor explicación); se trata de una noción de causalidad establecida en términos de hacer cosas, de intervenir, de producir efectos. Es sólo a través de los efectos obtenidos que podemos hablar de realidad.

Hacking también se apoya en Cartwright a los efectos de continuar su defensa de las entidades causales. Ambos comparten como núcleo común de reflexión su rechazo a una imagen de la naturaleza como algo dado. Pero en tanto Hacking se centra más en la dimensión práctica y experimental de nuestra relación con el mundo, Cartwright se dirige al modo en que nos representamos la realidad, es decir, se detiene en el problema de las teorías, leyes y modelos. En este sentido, ella es anti-realista con respecto a las teorías y leyes generales de la física; piensa que no podemos afirmar que las teorías y las leyes generales son explicativas y verdaderas. Estas nociones podemos encontrarlas en proposiciones causales; las demandas de causalidad exigen algo que no exigen ni los modelos ni las leyes. Podemos utilizar varios tipos de leyes y diversos modelos para dar cuenta de la diversidad de los fenómenos, pero esta diversidad no tiene ningún sentido cuando realizamos un recuento causal.³²⁴

³²³ *Op. cit.*, pág. 173

³²⁴ Cartwright, N., *How the Laws of Physics Lie*, op.cit., pág. 76

Los recuentos causales tienen que ser únicos, puesto que no se pueden realizar varios recuentos causales de un mismo hecho. Pero sí explican y sí son verdaderos de específicas situaciones. Con ellos tenemos un test independiente de la verdad: podemos realizar experimentos para ver si nuestras historias causales son verdaderas o falsas. Un buen experimento nos permite inferir el carácter de la causa por medio del carácter de los efectos observables.³²⁵ Cuando preguntamos por un efecto, estamos preguntando qué lo trajo a existencia; en el caso del rastro de la cámara de niebla, la explicación es el electrón. Esta respuesta incluye algo concreto que tiene que ser verdadero. Cartwright concluye, entonces, que en los recuentos causales, la existencia forma parte del recuento y de esta forma las explicaciones causales tienen la verdad construida en ellas.³²⁶ Así, lo que Hacking argumenta por medio de la práctica efectiva de la física, Cartwright se lo garantiza afirmando que sólo las descripciones causales pueden tener el carácter de explicación y verdad.

A pesar de todo esto, muchos autores consideran que su criterio de la manipulabilidad de entidades es, en última instancia, un argumento que implica la inferencia a la mejor explicación.³²⁷ Creo, una vez más, que se confunde el criterio experimental con el criterio teórico. Una cosa es sostener que el mejor criterio, el que tiene más peso para afirmar la realidad de ciertas entidades u objetos, es el dado por la práctica y la manipulación, y otra, es negar que se pueda hacer inferencias. Pero no es lo mismo hacer inferencias exclusivamente en un plano teórico que hacerlo desde la práctica. Las inferencias causales, como señalan Cartwright y Hacking, obtienen conclusiones de existencia que no tienen por qué derivarse cuando trabajamos con las teorías, por ejemplo.

Aparte de este tipo de argumentaciones, estimo que lo importante es recalcar un sentido de realidad que tiene que ver con algo que se construye en el tiempo. En este

³²⁵ *Op. cit.*

³²⁶ *Ibid.*, pág. 91

³²⁷ Es el caso de V. Iranzo: 'Manipulabilidad y entidades inobservables' en *Theoria*, vol. 15/1, 2000, págs. 131-153 y Restnik, D. B.: 'Hacking's Experimental Realism' en *Canadian Journal of Philosophy*, vol. 24, n.º 3, 1994, págs. 395-412

particular, Hacking toma de I. Lakatos su noción de dimensión histórica. Mientras que Lakatos quiere obtener una idea de verdad y progreso a través del tiempo mediante el aumento del conocimiento, Hacking aplica esta noción a la realidad de entidades o los fenómenos del mundo. *La realidad es algo hacia lo cual crecemos mediante nuestra actividad experimental*. Es algo que se va ampliando poco a poco, independiente de argumentos teóricos. El realismo de las entidades u objetos surge de lo que podemos hacer en el presente con un sentido de futuro siempre incierto; el realismo con respecto a las teorías tiene que ver con el objetivo del ideal de la ciencia; supone aceptar una cierta predeterminación del mundo y de las teorías que deben venir.

La insistencia de Hacking en la práctica experimental hace que tenga puntos de coincidencia con los construccionistas. Ellos han discutido el problema del realismo, del anti-realismo o del irrealismo, desde la práctica y no desde el mundo de la representación; han otorgado un lugar prominente al carácter práctico-experimental de la vida del laboratorio, y han marcado el énfasis necesario en la producción del fenómeno científico. Desde esta perspectiva, Hacking considera que la discusión puede ser fructífera, puesto que ya no se trata del modo en que nos representamos la realidad, sino de la discusión en torno al carácter artificial y construido del fenómeno científico. Justamente, es este carácter el origen de que muchos construccionistas se autodenominen irrealistas o anti-realistas. Pero el tipo de discusión que se establece desde estos ámbitos es muy diferente. Aunque no todos los construccionistas son idealistas, muchos sí lo son, al soslayar la materialidad del mundo y el papel de los objetos del mundo en el recuento de la producción de conocimiento científico. Esta crítica es la que le dirige Latour a Bloor, entre otros.

En estas discusiones acerca del realismo, no debemos olvidar que Hacking también dedica esfuerzo a cuestionar distintas propuestas de la tradición analítica, con dos críticas fundamentales: su ausencia de historicismo y su marcado carácter idealista. Rechaza la tajante propuesta de R. Rorty (y de los postmodernos en general) de abandonar la epistemología y la metafísica con el supuesto de que ya no son necesarias.

Hacking le da la razón a Rorty de apartarse de la epistemología si se ve como una actividad que busca los fundamentos del conocimiento en general; pero si por epistemología entendemos la reflexión en torno a la posibilidad, naturaleza y contenido de numerosos tipos de conocimiento, juzga que seguirá siendo fundamental en el debate filosófico.³²⁸ El conocimiento continuará siendo un valor en nuestra cultura occidental, indudablemente fascinada con el fenómeno cognoscitivo. Y esta fascinación debe trascender a la propuesta de Rorty de la ‘filosofía como conversación’, la cual indica que lo único que diferencia nuestras concepciones son las prácticas de consenso. En este particular, Hacking rechaza la asunción de Rorty de que la ciencia tiene el mismo tipo de estatuto que una novela o una descripción antropológica, creencia absolutamente idealista que juzga que todo es posible mediante nuestro pensamiento. O, mejor dicho, que nuestro pensamiento es quien determina el mundo. Hacking discrepa radicalmente con esta idea que niega la importancia de las prácticas efectivas y reales (cualquier tipo de prácticas, no sólo las científicas), y los efectos materiales y reales que estas producen.

Lo que le parece más importante en la mitad de la década de los noventa es que la teoría haya dejado de dominar el pensamiento histórico y filosófico con respecto a la ciencia, y que numerosos autores se hayan centrado en la relación local y específica de diversos aspectos de la actividad científica.³²⁹ Destaca, también, que a pesar de que los estudios sociales de la ciencia han contribuido mucho en la nueva perspectiva filosófica, lo que se observa es un énfasis en la importancia de las interacciones entre experimentadores, instrumentos, aparatos y diferentes niveles de teorías, más que en relaciones de intereses y organismos competitivos, etc.³³⁰ Dentro de este tipo de discusión, puede surgir, entre otros muchos, el carácter real de un efecto, pero ciertamente no es el tema principal al cual debe dedicarse la filosofía.

³²⁸ Hacking, I., ‘Is the End in sight for Epistemology?’ en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXVII, n.º 10, 1980, pág. 580

³²⁹ Hacking, I., *Scientific Practices*, op. cit.

³³⁰ *Ibid.*

2. NOMINALISMO

Hacking ha insistido siempre en que la filosofía es un modo de establecer cómo concebimos la relación del pensamiento con el mundo. Acude a la rúbrica de nominalismo para ubicarse en esas coordenadas, aunque ya hemos dicho que no es un buen término, en realidad es un término insuficiente, pues no da cuenta de las diferentes vías por las que intenta conectar la relación del pensamiento con el mundo. De allí que sea necesario precisar algunas matices que resaltan cuando lo utiliza.

Se apega al sintagma ‘nominalismo dinámico’, fundamentalmente, para todos los trabajos que atañen a las enfermedades mentales y a la construcción de personas. En este contexto se concentra en cómo las clasificaciones generan modos de ser de las personas; cómo ideas y conceptos interaccionan con la realidad material y concreta de los seres humanos, quienes, a su vez, también interaccionan y modifican la manera en que se establecen las clasificaciones. Aquí se nota, sin lugar a dudas, la influencia que ha ejercido Foucault en lo que concierne a la relación de las prácticas y los discursos. Pero, también se denomina nominalista en lo que respecta a las ciencias experimentales y, en este sentido, el término es asumido en oposición al realismo científico:

El mundo es tan autónomo, tan sí mismo, que ni siquiera tiene en sí lo que llamamos estructura. Nosotros fabricamos nuestras débiles representaciones de este mundo, pero toda la estructura que le podemos atribuir se encuentra sólo dentro de nuestras representaciones. Evidentemente, estas están sujetas a severas restricciones. Tenemos expectativas sobre nuestras interacciones con el mundo material [...] En el dominio imparcialmente público de la ciencia, el ingenio de los aparatos y la genialidad de las teorías sirven para que sigamos siendo equitativamente honestos [...] Yo me conformo con decir que este bando es nominalista.³³¹

La oposición de nominalismo y realismo parte desde los medievales y, si se quiere, ha existido a lo largo de la historia de la filosofía. Puede tomar la ruta epistemológica planteándose la pregunta de cómo podemos obtener un conocimiento

³³¹ Hacking, I., *¿La Construcción Social de Qué?*, op. cit., pág. 42

general y universal de lo particular, que termina siendo tratado, comúnmente, como el problema de la inducción. También puede encauzarse determinando la manera en que se soporta la relación entre el pensamiento y el mundo; en este sentido, el llamado problema de los universales es en sí mismo un universal, en la medida en que trata de dar cuenta de las relaciones entre la mente, el lenguaje y la realidad.³³² Este es, en realidad, el objetivo de Hacking, con la salvedad de que desea introducir un elemento no contemplado antes que es la dinámica de la acción.

Si bien su nominalismo se enfrenta a los realistas metafísicos, también es verdad que desde Kant el realismo a quien se opone es al idealismo. Por lo tanto, Hacking es nominalista por oposición al realismo científico y es realista por oposición al idealismo. Ya se ha dicho que Hacking se distancia de la filosofía analítica, por considerarla carente de sentido histórico y por su carácter altamente idealista. No obstante, se une a esta tradición en un nominalismo que encierra cierto escepticismo en lo que respecta a los modos en que nos representamos el mundo. En la filosofía analítica, idealismo y nominalismo van de la mano pero, a su juicio, son dos ‘etiquetas’ diferentes. Mientras que el idealismo trata de la existencia, el nominalismo aborda la manera en que clasificamos el mundo. Su nominalismo va a estar más a tono con el de N. Goodman, para quien un sistema nominalista es aquél que refiere sólo a individuos y prohíbe todo discurso en torno a las clases. Ahora bien, el sistema puede tomar lo que sea como individuos; la prohibición nominalista está en contra de la propagación excesiva o inútil de entidades, más allá de la base de los individuos, pero deja abierta la elección de la base de una manera bastante libre.³³³

Este tipo de definición es lo que le permite a Hacking incorporar la dinámica de la acción y de la práctica como un componente clave a la hora de determinar lo que existe como entidades u objetos del mundo. Estas prácticas y los modos de representación van determinando conjuntamente nuestra manera en que vamos clasificando el mundo. Por

³³² ‘The Medieval Problem of Universal’ en Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2000. Archivo Internet.

³³³ Goodman, N., *Ways of World Making*, Hackett Publishing Company, Indianapolis, 1988, pág. 95

este camino se aparta de un nominalismo revolucionario como el de Kuhn, quien establece que al cambiar nuestros modos de representación prácticamente cambia el mundo. Igualmente se aleja del nominalismo trascendental de Putnam, que propone que sólo con determinadas categorías de pensamiento podemos establecer aquello que es real. A través de este nominalismo, Hacking aspira a mantener la noción de que hay más o menos una ontología estable, y una estabilidad menor en lo que concierne al mundo de las representaciones y de las clasificaciones. Y es así, dado que la práctica va continuamente modificando lo que hay, lo cual obliga a re-hacer el mundo de las clasificaciones. En cambio, los efectos científicos o los objetos producidos guardan una mayor estabilidad, quedan como parte de nuestro mundo.

Ahora bien, Hacking intenta distintas vías para elaborar su asunción de cómo el pensamiento efectivamente se relaciona con las prácticas y con el mundo. Le parece importante el mundo de las clasificaciones en la ciencia y para ello analiza la tradición de las clases naturales. También realiza un análisis de las leyes fenomenológicas y los modelos presentes en la auto-justificación de las ciencias de laboratorio; este tipo de ajuste incluye el mundo del pensamiento, el mundo de la materialidad de las prácticas y una serie de productos que emergen de esta práctica. Por último, Hacking aborda los Estilos de Razonamiento Científico como una propuesta filosófica. Cada una de estas tres dimensiones constituyen formas de organizar la actividad científica. Los estilos, como veremos, aspiran a algo más, aspiran a dar cuenta de nuestras nociones de objetividad, de verdad y de racionalidad.

2.1. UNA CRÍTICA A LA TRADICIÓN DE LAS CLASES NATURALES

En varios de sus artículos, Hacking les da relevancia a las clasificaciones, y no puede ser de otra manera, ya que el científico trabaja en un mundo de clases. Existe una tradición en la filosofía con respecto a las clases o géneros naturales que ha tenido excelentes intuiciones pero, bajo la actual óptica de la práctica científica, deben conservar un lugar más bien modesto.

Continuando con su criterio del predominio de la acción, la dinámica de la clasificación no puede estar dada por una teoría lógica o lingüística; no es necesaria una teoría de las clases para poder clasificar efectivamente la diversidad de objetos que constituyen el mundo de la ciencia. Por tal motivo, niega la vía de la inducción o la vía lógica para poder establecer una clasificación correcta, ya que, en primer lugar, está determinada por una ‘filosofía del espectador’, y en segundo lugar, carece de una base real en la práctica científica. Es decir, primero clasificamos y luego podemos establecer problemas de carácter lógico. Por otra parte, no admitiendo que la naturaleza tiene en sí misma una estructura, tampoco admitirá una noción de clases naturales basada en la forma en que la naturaleza es.

Con esta posición desea rescatar una tradición nominalista y realista de las clases naturales. J. S. Mill, en 1843, fue el primero que aportó el término filosófico de clase o género, cuando se levantaba el debate de las especies biológicas. Pero Mill lo que buscaba era derrotar la doctrina lógica de los cinco predicables, derivada de Aristóteles por Porfirio. Luego J. Venn introdujo la referencia en torno a clase o género natural. Más recientemente, se puede nombrar en esta discusión a C. S. Peirce, B. Russell y también a W. V. O. Quine. Esta tradición es por inclinación nominalista y realista, en tanto acuerda que las clases advienen de la naturaleza; pero carece de un rígido sentido de la clasificación y de un excesivo énfasis en la dimensión lógica.

Para Mill, una clase contiene una serie de objetos con una gran cantidad de propiedades en común, de tal forma que esas propiedades no están implicadas por ningún cuerpo de leyes sistematizadas acerca de las cosas de esa clase. Peirce, por el contrario, insiste más en la noción de leyes; se refiere a una clase como a un cuerpo de leyes en torno a las cosas de esa clase, siendo así que podemos razonablemente pensar que provee esquemas explicativos de por qué las cosas de esta clase tienen esas propiedades.

Mientras que Peirce y Mill pensaban en términos de leyes de la naturaleza o de absoluta regularidad, Locke y Leibniz, en cambio, suponían que el crecimiento del conocimiento era más una cuestión de determinar la estructura subyacente de las cosas. Locke pensaba que la definición de las clases debía ser nominal, dado que no podemos acceder a las propiedades internas de los objetos; los nombres son una invención, como lo es también la manera en que construimos las clases. Leibniz estaba de acuerdo en que nunca podíamos saber por completo la constitución interna de las cosas, pero que podíamos producir e incrementar detalladamente ricos modelos de la subyacente constitución interna, con razones hipotéticas y deductivas, para suponer que tenemos razón.³³⁴

Hacking comparte esta noción de Leibniz. Existen clases para las cuales hay conocidas estructuras de donde pueden inferirse propiedades en común entre los objetos de esas clases. Hay muchas modestas, pero excelentes intuiciones en la gran tradición de las clases naturales; no obstante Hacking desea detenerse en las clases relevantes y apartarse de la discusión de las clases naturales.

El problema de las clasificaciones es asunto antes que nada de la actividad científica. Creamos objetos en estado puro en el laboratorio y en ese momento reordenamos objetos y hacemos lo propio con nuestros conceptos y mundos conceptuales, simultáneamente. Ello no requiere de una teoría lógica o una teoría lingüística, demanda más bien mirar la práctica, atenernos a las prácticas científicas particulares y locales.

Si tenemos de repente un catálogo de los cuásares, es lógico que nos preguntemos si son una sola cosa o un mismo tipo de objetos, o si son varios y diversos tipos de objetos que hemos agrupado en una sola categoría, puesto que tienen en común un alto poder de radiación y un desplazamiento hacia el rojo (muy al contrario de las estrellas). La respuesta a esta pregunta estará en la actividad de investigación en astrofísica y nunca necesitaremos una teoría de las clases para responder a ella.

³³⁴ Hacking, I., 'A Tradition of Natural Kinds' en *Philosophical Studies*, vol. 61, n.º 1-2, 1991

Los científicos trabajan con clases, sin embargo hay que hablar de clases científicas más que de clases naturales. Las clases naturales ciertamente están ahí, son fenómenos de la naturaleza, pero la mayor parte de los fenómenos de la naturaleza actuales son traídos ante nosotros de modo artificial, por lo cual tenemos que admitir que son clases construidas a partir de nuestros aparatos y de nuestras prácticas. Interesan, por lo tanto, las clases de instrumentos, de aparatos, de recursos, de tradiciones y de aspectos de los fenómenos naturales.

A mi juicio, Hacking intenta una vía poco fructífera al retomar el problema de las clasificaciones a la luz de la tradición de las clases naturales. Como nominalista le interesa subrayar que las clasificaciones son arbitrarias y que van cambiando a través de nuestra interacción con el mundo. Rescata una tradición que ha sido nominalista y realista, pero con ecos de una visión esencialista del mundo, lo que origina que no encuentre respaldos en el tratamiento que ha hecho la filosofía sobre el problema de las clasificaciones. Por otra parte, no niega que la naturaleza interviene en lo que hacemos y conocemos, por lo cual las clasificaciones son un modo de organizar, de hacer generalizaciones en cuanto a lo que hasta ahora entendemos que hay ahí, afuera. G. Lakoff, N. Goodman y J. Dupré opinan que no hay clases naturales, o que si las hay, a esta altura de la actividad científica no vale la pena salvar el concepto.

2.2. TEORÍAS, LEYES FENOMENOLÓGICAS Y MODELOS

Así como Hacking ha destacado que la actividad experimental no es una unidad que podemos etiquetar con el rótulo de ‘observación’ o de ‘experimento’, de igual forma acota que algo muy parecido sucede con aquello que llamamos ‘teoría’. Esta no es algo de un solo tipo sino que incluye diversas modalidades. Se vale del ejemplo de Faraday, quien encontró que el magnetismo puede afectar la luz. Esto sugirió que podía haber una teoría que unificara la luz con el electromagnetismo, que fue lo que finalmente hizo Maxwell. Este, a su vez, no sólo logró relacionar los fenómenos sino que adoptó el

método de Kelvin para formular una teoría más o menos completa del electromagnetismo. Finalmente, en 1892, H. A. Lorentz combinó las ecuaciones de Maxwell con su teoría ondulatoria del electrón. En esta historia se constata al principio una idea muy general, luego una analogía, le sigue el experimento y posteriormente se desarrollan formulaciones teóricas cada vez más satisfactorias. En este breve recuento se evidencian diferentes niveles de teoría, ecuaciones, modelos físicos y modelos matemáticos. La teoría abarca, de esta manera, muchos productos.³³⁵

En un primer momento, Hacking accede a esta diversidad de niveles con tres tipos de actividades: especulación, cálculo y experimentación. Por especulación quiere significar la representación de algo de interés, un juego de re-estructuración de las ideas que lleve por lo menos a un entendimiento cualitativo de alguna característica del mundo. Por lo tanto hay diferentes manifestaciones de especulación: tipos de representación, modelos físicos, estructuras matemáticas, modelos matemáticos. La mayoría de las especulaciones iniciales apenas se conectan con el mundo. Para hacerlo se necesita de otro tipo de actividad que es el cálculo, y es lo que Kuhn denomina articulación de la teoría. Hay dos razones para que esto sea así. La primera es que rara vez puede deducirse de una especulación consecuencias que puedan ponerse a prueba en el mundo; la otra es que aun cuando se pudiera o se supiera, no se sabe cómo hacer el experimento requerido. De aquí que el cálculo sea la más teórica de estas actividades, porque supone una modificación matemática que permite una aproximación mayor al mundo de los fenómenos.

Posteriormente reconoce que este planteamiento es muy parecido al modelo hipotético-deductivo y acepta la posición de Cartwright, que logra apartarse más radicalmente de la tradición.

Hasta ahora he escrito como si hacer que la teoría encaje con las posibles determinaciones de la naturaleza fuera sólo un cuestión de articulación y cálculo. Pero parecería que esto no es así. Hay una gran cantidad de

³³⁵ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 240

actividad intermedia que es la construcción de modelos. Un modelo en física es en general algo que se tiene en la cabeza y no en la mano. Aún así hay una mezcla entre lo pictórico y lo matemático.³³⁶

La imagen que presenta Cartwright cuestiona el modo en que se ha sostenido, a través del modelo hipotético-deductivo tradicional, que la evidencia empírica o los fenómenos son derivaciones inmediatas de la teoría o del conjunto de elementos teóricos. Así realmente no opera la actividad científica de la física. Cartwright pone en entredicho la facticidad de las leyes generales y los tradicionales conceptos de verdad y explicación. Se dice que las teorías científicas deben decirnos la verdad de la naturaleza y además, explicárnosla. Si bien parecería que los realistas asumen ambas posiciones en conjunto e indistintamente, no debemos olvidar que son dos funciones diferentes. Piensa Cartwright que la verdad de las teorías no explica mucho.³³⁷

Las leyes muy generales o fundamentales no son verdaderas, las leyes de Maxwell o de Schrödinger no describen hechos verdaderos de la realidad. Tomadas como descripciones son falsas, y si pudiéramos admitir que son verdaderas en un sentido muy amplio, pierden fuerza explicativa. Los realistas en general creen que vamos a leyes menos generales, es decir, que vamos bajando la generalidad y que luego tendremos las leyes generales definitivas. Cartwright observa que esta perspectiva supone dos tesis diferentes: una tesis metafísica, que implica la noción de que la naturaleza está en sí misma regulada, y una tesis epistemológica, según la cual las leyes pueden cubrir caso por caso. No cree que haya leyes para los detalles.³³⁸

Cartwright enfatiza que los fenómenos en la realidad son sumamente complejos. Los científicos, de hecho, utilizan una variedad y una diversidad muy grande de modelos y leyes fenomenológicas. Se usan modelos incompatibles que cuadren con los hechos, mientras que se puedan determinar ciertos principios para discriminar el tipo de modelos. Se pregunta: si esto es así, ¿por qué los realistas no se preocupan?. Porque parten de la

³³⁶ *Op. cit.*, pág. 245

³³⁷ Cartwright, N., *How the Laws of Physics Lie*, op. cit., pág. 56

³³⁸ *Ibid.*, pág. 49

base de que la naturaleza conspira para limitar el número de sus principios puente. Suponen que existen un número de interacciones básicas en la naturaleza. Aquí es donde se equivocan, en creer que una teoría ideal representaría cada una de las interacciones básicas. Ni así funciona la física, ‘ni así queremos que funcione’.³³⁹

Tenemos muchas detalladas y sofisticadas teorías de lo que sucede en cada dominio, pero tenemos muy pocas de lo que sucede en la intersección de ellos. Contamos con una enorme diversidad de fenómenos en el mundo y esto hace imposible que existan leyes para cada caso. El papel de nuestras leyes es organizar y unificar. Cartwright aspira a algo que pueda dar cuenta de lo que sucede en la realidad; afirma que las leyes de la física no son sus descripciones verdaderas. Para explicarlo recurre a un ejemplo de dos leyes en interacción: la ley de la gravedad y la ley de Coulomb. Piensa que el problema radica en que cuando las cosas interactúan, como de hecho sucede en el mundo, se pierde la facticidad de las leyes. En la interacción entre los electrones y los protones de un átomo, los efectos de la ley de Coulomb ‘empantanán’ la fuerza de gravedad y lo que ocurre es muy diferente a lo que describe la ley. Las leyes de la física no representan los hechos, mientras que las leyes biológicas y los principios de ingeniería sí.³⁴⁰

La opción que escoge ante este problema es oponerse a las leyes y apelar a la causalidad.³⁴¹ Se pronuncia por leyes que describan procesos causales con las que quizás se pueda preservar la verdad. Este tipo de leyes serán leyes fenomenológicas atadas a situaciones específicas, leyes que cubran una práctica específica y concreta. Si queremos explicaciones del porqué las cosas en el mundo suceden de una manera, no hay otra opción que aceptar leyes causales y fenomenológicas. En principio, se afirma que las leyes de Maxwell son las que establecen la relación entre luz y electricidad, como si fueran una manifestación de una estructura subyacente única. Se funciona efectivamente con esta imagen, pero sin Dios y el Libro de la Naturaleza no se consigue ver que una ley se derive de otra.

³³⁹ *Op. cit.*, pág. 56

³⁴⁰ *Ibid.*, pág. 56

³⁴¹ *Ibid.*, pág. 74

Para diferentes propósitos se utilizan diferentes modelos, con diferentes leyes incompatibles. Los hechos no escogen un modelo correcto que puede ser usado. Por lo tanto, tenemos un número grande de leyes fenomenológicas en todas las áreas de la física aplicada y la ingeniería, que dan precisa y rigurosamente detalladas descripciones de lo que sucede en situaciones reales. Sobre lo que sí gobiernan las leyes generales es sobre los objetos de los modelos, no de la realidad. Lo mismo sucede con las aproximaciones, se complementan más que compiten. Si no pueden usar una aproximación, los físicos usan otra; si encuentran una técnica que funciona, la aplican en todas partes siempre que pueden.

La representación de los fenómenos debe ser construida y la teoría es una de las muchas herramientas que usamos en esa construcción. Las leyes matemáticas de la física no representan y no son generalizaciones inductivas del comportamiento de los fenómenos reales. Las teorías no representan porque no tienen nada que representar; lo que hay son cosas reales y el modo real que se comportan. Y este se encuentra representado por los modelos que son elaborados con la ayuda de todo lo que disponemos a mano: conocimiento, técnicas, trucos, recursos y, ciertamente, teorías, pero en tanto herramientas.³⁴²

En este sentido es que Cartwright es anti-realista: no admite que las teorías y las leyes fundamentales sean representaciones de la realidad. Es decir, para esta autora, lo que distingue a un realista de un anti-realista es que estos últimos no creen que las leyes fundamentales den cuenta efectiva de la realidad. De manera que su anti-realismo no guarda relación con los anti-realismos que distinguen lo observable y lo inobservable (lo cual no comparte), sino con los que asumen la distinción entre la verdad de las teorías y leyes generales, por oposición al carácter verdadero y causal de las leyes fenomenológicas. A su vez, reconoce un tipo de instrumentalismo en su propuesta, pero

³⁴² Cartwright, N., Shomar, T., y Suárez, M., 'The tool-box of science' en Herfel, W., Krajewski, W., Nihiluoto, I., y Wójcicki, R., (eds.), *Theories and Models in Scientific Processes*, Rodopi, Amsterdam y Atlanta, 1995

es un instrumentalismo muy particular que la aleja de las tradicionales concepciones instrumentalistas como las de Mach, Craig o Duhem. Su instrumentalismo mina de algún modo el papel central de la teoría dentro de la ciencia, pero también porque cree en un recuento causal y realista en lo que respecta a situaciones específicas. Juzga que nuestra comprensión científica y su correspondiente imagen del mundo está codificada tanto por nuestros instrumentos, técnicas matemáticas, métodos de aproximación, la forma de los laboratorios, los modelos de desarrollo industrial, los modelos fenomenológicos, como por nuestras teorías científicas.³⁴³

Hacking apunta que debemos admitir que desde 1840, cada año la física ha utilizado más modelos incompatibles de los fenómenos en su quehacer diario que los que se habían empleado en el año precedente. Sin embargo, el aspecto que destaca no es la dimensión anti-realista de las teorías, sino que el fin ideal de la ciencia es la diversidad absoluta y no la unidad.³⁴⁴ Y esto es así en lo que respecta al mundo del pensamiento como al mundo de la naturaleza.

Debido a ello es que Hacking asegura que la ciencia de laboratorio estable surge cuando las teorías, modelos, leyes fenomenológicas y equipamientos de laboratorio evolucionan de tal manera que se ajustan unos a otros, se autojustifican mutuamente.³⁴⁵ Por ejemplo, la óptica geométrica no tiene en cuenta el hecho de que todas las sombras tienen los bordes borrosos. La estructura fina de las sombras requiere un 'instrumentarium' muy diferente del de las lentes y espejos, junto con una nueva teoría sistemática e hipótesis tópicas. La óptica geométrica sólo es verdadera con respecto a los fenómenos de la propagación rectilínea de la luz. Son las ópticas y los modelos y las aproximaciones que comprenden las hipótesis tópicas los que conjuntamente son verdaderos con respecto a los fenómenos. No importa cómo se la complemente, la óptica geométrica no es verdadera del fenómeno de los bordes borrosos de las sombras. No es

³⁴³ Cartwright, N., Shomar, T., y Suárez, M., *op. cit.*, pág. 138

³⁴⁴ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, *op. cit.*, pág. 247

³⁴⁵ Hacking, I., 'La auto-justificación de las ciencias de laboratorio', *op. cit.*, pág. 241

necesario que las teorías que se refieren a un tipo de datos deban referirse a otros.³⁴⁶

Quizás todo esto nos lleva a que debamos admitir otro tipo de imagen:

Dios no escribió un libro de la naturaleza del tipo que se imaginaron los viejos europeos. Escribió una biblioteca como la de Borges; cada libro es tan corto como es posible, si bien cada libro es inconsistente con todos los otros libros. Ningún libro es redundante, pues cada libro, y no otro, hace posible la comprensión, la predicción y la posibilidad de influir en lo que sucede [...] Leibniz decía que Dios escogió un mundo que maximizaba la variedad de fenómenos, en tanto que, simultáneamente, escogía las leyes más simples. Exactamente así: pero la mejor manera de maximizar los fenómenos y tener las leyes más simples es que las leyes sean inconsistentes unas con otras, cada una teniendo un contexto en la que se aplica, pero ninguna aplicable a todo.³⁴⁷

3. HACIA UNA IMAGEN DIVERSA Y NO ESENCIALISTA DE LA CIENCIA

3.1. EL PROBLEMA

El problema puede dividirse en dos partes: La primera alude a cómo podemos construir una visión realista de los objetos del mundo sin admitir un mundo o una naturaleza totalizada y con un carácter esencial. La segunda refiere al modo en que ubicamos el ajuste de las teorías, los modelos, leyes fenomenológicas con respecto al mundo de los fenómenos constituidos en el laboratorio.

En *The creation of scientific effects*³⁴⁸ Buchwald plantea, según lo entiendo, la primera parte del problema, es decir, lo que concierne a la concepción de la naturaleza. Al referirse a la creación de un nuevo fenómeno por parte del físico Hertz, señala que este evento puede ser considerado como la primera producción artificial de la radiación electro-magnética o como la creación de un arquetipo técnico, de un recurso modelado, y remodelado luego en nuevos ambientes. Si bien estos enunciados no son equivalentes,

³⁴⁶ *Op. cit.*

³⁴⁷ Hacking, I., *Representar e Intervenir*, op. cit., pág. 248

³⁴⁸ Buchwald, J. Z., *The creation of scientific effects*, op. cit.

creo que tampoco son excluyentes. Situándonos en el marco del primer enunciado, se puede decir que siempre hubo en el mundo radiación electromagnética y que sólo faltaba el recurso apropiado para producirla. Desde el segundo enunciado se puede declarar que fue creado un instrumento que hacía que algo se comportara de cierta manera, de ciertos modos. Los realistas prefieren la primera explicación, los agnósticos la segunda. Los historiadores de la ciencia tienen diferentes gustos pero deben comportarse más como agnósticos, porque una de sus tareas consiste en descubrir y desvelar cómo el fabricante produjo ese recurso nuevo.

Aunque no necesariamente son excluyentes estas perspectivas, se deben demarcar ciertas limitaciones, puesto que pudieran llegar a serlo. Afirmar que la radiación electromagnética estaba ya ahí y que sólo requería el recurso apropiado contradice lo que Hacking plantea en cuanto a que la naturaleza no tiene en sí misma una esencia. Como ya hemos visto, la primera posición a la cual refiere Buchwald es la de un realista científico. Es verdad que faltaba un recurso apropiado, pero se omite que sólo puede ser producido por medio de determinada intervención y con determinados instrumentos. Esta objeción es justamente la que plantean los llamados agnósticos: que sólo accedemos a partes de la realidad, ya que son determinados instrumentos y determinados modos de razonar y actuar los que hacen que se produzca ese fenómeno, ahí, ante nosotros.

Hacking se uniría a Buchwald para aceptar que no son excluyentes, pero siempre que no admitamos que el 'recurso apropiado' era sólo lo que bastaba para que apareciese un fenómeno, como si el recurso apropiado fuera realmente accidental por una parte, y, por otra, la naturaleza estuviera ya lista para ser presentada ante nosotros. En consecuencia, hay una dimensión en la que sí pueden considerarse dos posiciones excluyentes. Desde la primera opción se salva el realismo esencial, en la segunda se puede llegar a una imagen casi arbitraria de nuestra interacción con el mundo. Hacking no acepta ninguna de las dos tesis cuando ellas son confrontadas en su radicalidad.

Frente a la pregunta ¿por qué se comporta así este fenómeno, por qué es así la radiación electro-magnética? la respuesta puede ser siempre ‘así se comporta el mundo’. Hacking no consiente esta respuesta. La tarea consistirá entonces en evidenciar, en primer lugar, que las respuestas de la naturaleza son producidas por la interacción de nuestra intervención y su modo de respondernos; al hacerlo, se abandona una visión de la naturaleza como esencial y se asume que conocemos fragmentos, porciones de la naturaleza.

La otra parte del problema tiene que dar cuenta, ya no de nuestra concepción del mundo, sino del modo en que se concibe la relación de nuestros sistemas teóricos con el mundo. De acuerdo con Psillos,³⁴⁹ el realismo científico, además de aceptar la existencia de un mundo independiente, sostiene tesis semánticas y tesis epistémicas. Según las tesis semánticas, los términos de las teorías refieren en mayor o menor medida al modo en que el mundo es. Estas tesis tienen su oposición anti-realista, que Psillos prefiere denominar instrumentalismo. Lo divide en un instrumentalismo eliminativo, donde estarían aquellos que aceptan que el valor de las teorías científicas es captado por lo que estas dicen del mundo observable; tratan a las teorías como instrumentos, constructos sintáctico-matemáticos que carecen de verdad y de contenido. Aquí entrarían E. Mach y W. Craig. Constituye un instrumentalismo radical frente al cual se opondría una especie de instrumentalismo no-eliminativo, como es el caso de la propuesta de P. Duhem, para quien no se necesita asumir que hay una realidad inobservable detrás de los fenómenos; la ciencia no tiene ni quiere describir esta realidad, es innecesaria para hacer buena ciencia.

Los realistas científicos se caracterizan por defender tesis de ‘optimismo epistémico’, es decir, aceptan la justificación de las creencias de las aserciones teóricas. Mientras que los agnósticos ingenuos sostienen que hay que suspender el juicio, el empirismo agnóstico de van Fraassen, una versión sofisticada, nos dice que tanto la búsqueda de la verdad teórica como la creencia de la verdad de las teorías pueden salirse

³⁴⁹ Psillos, S., *Scientific Realism*, op. cit.

de la imagen, sin pérdida para la práctica de la ciencia. No necesitamos ni la búsqueda de la verdad ni la aceptación de la verdad para lograr los rasgos relevantes y el éxito empírico.

Esta segunda parte del problema se relaciona, entonces, con la ubicación de Hacking con respecto a las tesis señaladas. Parecería que los anti-realistas niegan la necesidad de apelar a algo que se denomina realidad, mientras que los realistas exigen esta condición como requisito indispensable. Una vez más, su posición se encuentra a medio camino. No comparte la noción de que las teorías expresan el modo en que es el mundo (por cuanto niega la verdad como correspondencia), y se proclama así anti-realista con respecto a las teorías. Pero, por otro lado, Hacking reconoce que hay partes del sistema teórico —las leyes y modelos fenomenológicos, las hipótesis tópicas— que sí dan cuenta de cómo es el mundo y sí contienen verdad. Esta concesión se explica porque bajo esta dimensión, el problema no es tanto qué supone una teoría sino cómo nuestro pensamiento se relaciona con el mundo. Veremos que Hacking rescatará las nociones de verdad y objetividad, que son nociones compartidas con los realistas. ¿Cómo se establecen las conexiones entre leyes específicas, sistemas teóricos y los fenómenos de la naturaleza? Desde esta perspectiva, lo que está en juego no es tanto el anti-realismo, como la diversidad.

3.2. UNA VISIÓN DE CONJUNTO

Hacking reconoce que lo que subyace en el problema de la unidad, en general, y de la ciencia, en particular, ha sido uno de los temas más tratados a lo largo de la historia la filosofía. El tema de la unidad puede ser visto en dos perspectivas: como algo ‘bueno’ y como el norte al cual debe apuntar la brújula de la ciencia. Ahora bien, la búsqueda de la unidad no es necesariamente una virtud. Decir ‘tengo aquí una manzana’ y luego añadirle ‘ella constituye una unidad’ o ‘ella existe’ es, como afirma Kant, no agregarle nada. Podemos, por otra parte, considerar la unidad en términos de integración y armonía. Esta dimensión le parece a Hacking que tiene más sentido. Mientras que la

primera aproximación refiere a la unicidad de un objeto y a la capacidad del pensamiento de captar tal unidad, la segunda mira hacia una unidad formal; no corresponde a los objetos ahí, afuera, sino al modo en que los organizamos, aunque, indudablemente, existen conexiones entre algunos de los fenómenos de la naturaleza.

Muchos científicos piensan que los fenómenos deben de estar relacionados entre sí. Faraday, por ejemplo, creía que el mundo no podía ser de tal modo que la luz y el magnetismo no se relacionaran o que no se afectaran mutuamente, y pasó dos décadas tratando de encontrar cómo se daba esta relación. Al final mostró que el magnetismo podía cambiar las propiedades de polarización de algunas sustancias. Glashow y sus colegas estaban convencidos de que las fuerzas débiles, fuertes y electromagnéticas debían de tener alguna interacción. Einstein es otro científico que se dedicó a buscar modos de unificar fenómenos. Esta es una tesis metafísica sobre interconexión. Para Hacking es la más clara de todas las tesis metafísicas. Sus fuentes pueden ser diversas; en el caso de Faraday, es una fuente religiosa, dado que él pertenecía a una estricta secta protestante que juzgaba que la rigurosidad de Dios se encontraba también a la hora de arreglar el universo. A esta tesis metafísica le sigue, como siempre, una tesis epistemológica. Supone el mandamiento seguido por Faraday: tratar de elicitar en el experimento o en la teoría conexiones entre tipos de fenómenos. El legítimo deseo de encontrar grandes teorías unificadoras viene de aquí, de este precepto, que normalmente puede resumirse en la orden de ‘¡Conecta!’.

Pero el precepto de conectar no significa que a partir de un sistema teórico jerarquizado de leyes generales y menos generales se llega hasta al final al mundo de los hechos; como si el sistema del pensamiento y el mundo estuvieran todos conectados entre sí. Hacking es consciente de que el énfasis dado a la práctica experimental e instrumental establece, de hecho, una ruptura interna en la unidad de la ciencia y de la naturaleza. Por lo tanto, parte de su objetivo es asumir las consecuencias del caso. Colocar la práctica científica como eje de reflexión modifica obligatoriamente la imagen que se tiene de la naturaleza o del mundo, pero también modifica la posición que se

puede asumir con respecto a las teorías y a la noción de verdad. Se trata de aceptar nuestra participación en estas instancias.

Hacking indica que su descripción de lo que es una ciencia madura se asemeja mucho al anti-realismo de Duhem con respecto a las teorías. Pero su acercamiento a Duhem viene, más que del carácter real de los fenómenos, de la incapacidad que tiene un sistema teórico de abarcar todos los aspectos de un fenómeno. La concepción de Duhem descansa en que la naturaleza, e incluso la mecánica o la óptica, son demasiado complejas como para acoger una única descripción unificada. A lo sumo, se puede caracterizar un aspecto de las partes de la naturaleza, que puede ser complementado por teorías maduras, no necesariamente conmensurables. Sólo que la palabra ‘aspecto’ deja de ser una mera metáfora, y precisa de ser explicada en términos de la estructura de los instrumentos, los datos procesados y las hipótesis tópicas.³⁵⁰ Bajo el concepto del ajuste entre diferentes instancias, Hacking admite una visión realista de la ciencia y su nominalismo implica que las teorías deben ser entendidas como sistemas que organizan algunos aspectos del mundo, no todos. De la misma manera que no tenemos todos los fenómenos conectados entre sí en el mundo, sino que tenemos porciones y fragmentos, también habrá que aceptar lo mismo con respecto a las leyes y los sistemas teóricos. Por lo tanto, más que un anti-realismo, lo que Hacking destaca es la diversidad y complejidad de ambos mundos y la imposibilidad de unificarlos.

Suppes opina que la diversidad de la ciencia se debe en gran parte a la enorme especialización; Hacking agrega que también se debe a la producción de diferentes fenómenos que surgen de aplicar diferentes tipos de técnicas. Esta aseveración es la que confirma su adhesión a un racionalismo aplicado con determinadas técnicas experimentales sin renunciar a una ontología realista más o menos estable; podemos tener una diversidad de fenómenos que están ahí, no se evanescen porque cambiemos de sistemas teóricos. El hecho de que los fenómenos y un grupo de leyes y modelos fenomenológicos permanezcan conjuntamente es lo que otorga estabilidad a la ciencia.

³⁵⁰ Hacking, I., ‘On the Stability of the Laboratory Sciences’, *op. cit.*, pág. 513

La creación de fenómenos ha producido una escisión en la imagen de la ciencia y de la naturaleza establecida por los filósofos orientados por la teoría. El predominio del análisis teórico permitió que trasladaran al mundo las nociones de unidad y lógica que produce el pensamiento, y por tal motivo, Hacking los acusa de ser idealistas. Han establecido una noción del mundo o de la naturaleza como una totalidad unificada, pero también pasiva y muerta, una vez que descubriéramos sus propiedades, que reveláramos sus secretos. El hecho de hablar de creación de fenómenos comienza a romper con esta imagen, y nos muestra que hay intervención y que los fenómenos no surgen de la nada.³⁵¹

No hay un dominio del experimento dado por la naturaleza, hay un ajuste entre tipos de aparatos, tipos de fenómenos y tipos de teorías. Por lo tanto, la actividad experimental ha obligado a cambiar la imagen de que el trabajo del laboratorio es probar la realidad. No descartamos la óptica geométrica o la mecánica de Galileo, ellas cuadran con los datos aportados por instrumentos en sus dominios. La óptica geométrica es inconmensurable con la teoría ondulatoria porque son verdaderas a diferentes fenómenos.

La intervención nos incita a despojarnos de la visión de un todo organizado y jerárquico, donde cada fenómeno esté gobernado por otro; nos insta a que asumamos diferentes tipos de fenómenos en colaboración e interacción, pero esto no supone una producción hacia una totalidad.³⁵²

¿A qué son las leyes y las teorías verdaderas? No al mundo, no reflejan el mundo, son verdaderas de los fenómenos medibles y eso es el mundo en el cual viven nuestras teorías [...] Hay restricciones que provienen del mundo, pero las restricciones no son las leyes que ya estaban ahí, antes de que hiciéramos los fenómenos.³⁵³

Las teorías no se revisan comparándolas con un mundo lleno y establecido con el cual esperamos que correspondan. No tenemos una teoría coherentista de la verdad;

³⁵¹ Hacking, I., 'The Disunities of Sciences', *op. cit.*, pág. 52

³⁵² *Ibid.*, pág. 50

³⁵³ Hacking, I., 'Disunified Sciences', *op. cit.*, pág. 52

tenemos una teoría coherentista de pensamientos, acciones, materiales y marcas. Las teorías entonces sí son verdaderas, tienen aspectos verdaderos, pero no en el sentido de correspondencia, sino en lo que respecta a ciertos dominios. Necesitamos del uso de la verdad. Sobre este tema se insistirá más adelante.

Se debe buscar, entonces, otro tipo de metáfora. Para esta búsqueda Hacking desea apartarse de la imagen de Galileo con el Libro de la Naturaleza escrito en lenguaje matemático. Maxwell le proporciona una metáfora diferente. Este autor nunca dudó de la objetividad de la ciencia, sin embargo sí lo hizo con respecto a la unidad. Maxwell indica que si la imagen del Libro de la Naturaleza es correcta, no cabría duda de que las partes introductorias explicarían a las que siguen, y los métodos enseñados en los primeros capítulos estarían dados por sentado y serían usados como ilustración de las partes más avanzadas del libro. Pero se pregunta: ¿y si en lugar de un libro nos encontramos que la naturaleza funciona como una revista?. Nada sería más tonto que pretender que una sección de esta tuviera relación o pudiera aclarar a la sección siguiente.³⁵⁴

También Hacking acepta la visión de Leibniz: Dios pensó en el mundo que trajo a existencia contemplando todas las ideas lógicas de los posibles mundos para determinar cuál sería mejor. Entonces el Libro de la Naturaleza responde a esa descripción (que incluye estructura, reduccionismo, taxonomía y todas las unidades). Pero Dios prefiere siempre las cosas simples, las teorías más simples con las más diversas consecuencias. Y así es a los ojos de Hacking. Siempre que hablamos de la unidad de la ciencia tenemos la idea de ese Libro; es Maxwell quien nos la quita pensando en la revista.

Esta imagen no es una imagen caótica; es una imagen que rompe con un mundo esencialmente dado y con una noción de la ciencia y la verdad como reflejos de ese mundo. Y como ya se ha señalado, esto no quiere decir que reniegue de la unidad en términos de armonía e integración. Hacking acepta que la idea de conectar diferentes tipos de fenómenos ha funcionado en la ciencia; aspectos que no tenían nada que ver,

³⁵⁴ Hacking, I., 'Disunified Sciences', *op. cit.*, pág. 42

luego se muestran con conexiones entre ellos, algunas veces en interacción. El hecho de conectar da la idea de unificar, lo cual efectivamente funciona; pero debemos tener cuidado, puesto que si miramos la ciencia, no hay nunca un solo tipo de unidad, ni tampoco toda ciencia tiene siquiera una de las unidades señaladas. Y, sobre todo, debemos de tener cuidado en no pensar en la unidad como algo dado tanto en el mundo como en el pensamiento. También hay mucha diversidad. Por ejemplo, la cronodinámica cuántica y la teoría de las corrientes débiles, según Glashow, pueden ser unificadas de un modo muy particular. Tal unidad igual se pensaría de la biología molecular, en la cual la química orgánica y la genética confirieron lazos de unidad; sin embargo, su organización —propuesta por G. Stent, uno de sus pioneros— no está basada en un único departamento, más bien en una diversidad de especialidades. «Desde mi punto de vista, la investigación científica por la armonía ha sido sumamente premiada mientras que la búsqueda filosófica por la unicidad o singularidad ha sido vana.»³⁵⁵

Para Hacking, la idea de unidad más adecuada es la interconexión. Siempre tiene sentido que nos preguntemos el modo en que las cosas se conectan. Heisenberg veía a las teorías físicas como sistemas esencialmente cerrados. Cada teoría tiene su propia validez, no puede pretender abarcar un sistema universal. La necesidad de unificar todo en un sistema adviene con el trabajo de Newton en el siglo XVII, que implicaba la filosofía natural con la matemática. Newton puede no ser la última palabra, pero la mecánica newtoniana es válida en su dominio, como también lo son la mecánica clásica y la mecánica cuántica, y numerosas otras instancias. En la existencia de diferentes dominios y teorías halla Hacking el apoyo para argumentar su propuesta: por ejemplo, la teoría de Heisenberg le sirve para mostrar que, a pesar de Kuhn, gran parte de la ciencia de laboratorio es estable. Hacking no intenta salvar la unidad ni mucho menos; como sucesor de Kuhn, aspira a salvar una estabilidad de la ciencia, más allá de las rupturas radicales que planteaba este.

³⁵⁵ Hacking, I., 'The Disunities of Sciences', *op. cit.*, pág. 57

En lugar de pretender una reducción total, se inclina por una local, donde se puedan establecer principios fundamentales y relacionados, y luego se deriven leyes especiales. El reduccionismo local y el deseo de interconexión son afines. Los científicos buscan reducciones locales, son los filósofos quienes han insistido en un reduccionismo global, y este no da cuenta de la práctica efectiva de la ciencia.

La filosofía de la ciencia ha querido mostrar la ciencia como un estereotipo monolítico. Es hora de que la miremos. La actual imagen de la ciencia, además de aceptar la diversidad y la variedad, debe reconocer que existen cosas que se comparten sin commensurabilidad, sin fundamentos, pero con estabilidad; favorece el realismo del mundo material con una máxima variedad de fenómenos y un mínimo de subjetivismo. Se ha transformado en un dominio en el que puede existir una acción coherente con una imagen del mundo desunificado. Esto quizás lleve a que disminuyamos el ideal de unidad y de la teoría, que ha sido el bastión de la física; quizás entonces pueda verse a la teoría y al experimento como dos compañeros.³⁵⁶

3.3. ESTILOS DE RAZONAMIENTO CIENTÍFICO: UNA PROPUESTA INCONCLUSIVA

Como se ha sostenido, debemos diferenciar en nuestra reflexión la noción de unidad como unicidad, y la muy diferente de armonía e integración. Hacking intenta resumir estas dos dimensiones de la unidad insertándolas en tesis metafísicas y epistémicas.³⁵⁷

La tesis metafísica tradicional corresponde a lo que se entiende por realismo científico: hay un único mundo, una sola realidad, un tipo de verdad o, al menos, una aproximación a la verdad. De tesis metafísicas explícitas o no se derivan tesis epistémicas que constituyen de algún modo preceptos. Según el realismo científico, no sabremos la verdad de todo, pero todos los pedazos de conocimientos que tenemos son fragmentos de ella. La ciencia quiere conocer la verdad del mundo. Pero el realismo

³⁵⁶ Hacking, I., 'Disunified Sciences', *op. cit.*, pág. 51

científico no es el único exponente de tesis metafísicas, también encontramos tesis estructuralistas. Muchos realistas científicos pudieran decir que está presente una estructura de causas, necesariamente probabilística.

Los positivistas, que rechazan las causas, asumirían una estructura de relaciones lógicas entre leyes. Aunque normalmente parten de tesis exclusivamente epistemológicas, también en ellos subyace una tesis metafísica. Los filósofos obsesionados por la lógica y el lenguaje se han dedicado a la estructura de la verdad. Muchos quieren encontrar las leyes de un cuerpo de conocimiento en leyes de otro, de tal manera que aspiran a que estos cuerpos de conocimiento puedan pasar de la psicología a la biología, de la biología a la química, de la geología a la química, luego de la química y geofísica a la física y, por último, a la unión de la física y la cosmología en una Gran Teoría Unificada. Esta tesis, básicamente estructural, termina siendo reduccionista.

También se puede aludir a tesis taxonómicas compatibles con la creencia de que hay un último sistema correcto de clasificar todo: la naturaleza se divide en clases naturales. Estas tesis han llevado a los positivistas lógicos a preocuparse por el lenguaje de la ciencia, por una teoría de las clases. La visión taxonómica ha sido reforzada en los debates introducidos por H. Putnam y S. Kripke; Hacking piensa que está relacionada con la idea platónica de que la naturaleza se puede ‘descuartizar’, en concordancia con la idea de que la realidad está en sí misma estructurada en partes. Estas partes tendrían un único modo de unirse y establecer relaciones; habría una sola serie de junturas.

Por último, encontramos también a lo largo de la historia de la filosofía tesis metodológicas, las cuales atienden a determinar cómo se razona. Hacking las incluye dentro de la lógica.³⁵⁷ Las máximas de unidad en la lógica son: i) La lógica dice que hay uno y sólo un estándar de razón por medio del cual las hipótesis científicas pueden ser investigadas y juzgadas. ii) Hay un modo de saber acerca del mundo y de cómo funciona

³⁵⁷ *Op. cit.*

³⁵⁸ Hacking, I., ‘The Disunities of Sciences’, *op. cit.*

el método científico. Hacking desea otro tipo de tesis metafísicas y epistémicas que no tengan los presupuestos de las tesis anteriores, aunque puedan tener algunos puntos en común. Para esto propondrá la diversidad de los estilos de razonamientos.

La auto-justificación es un concepto material, pertinente a la forma en que las ideas, las cosas y las marcas se ajustan mutuamente [...] la auto-autenticación de los estilos de razonamiento la utilizo para significar la forma en la que un estilo de razonamiento genera las condiciones de verdad para las proposiciones mismas que son razonadas utilizando ese estilo, [...] es un concepto lógico.³⁵⁹

De las palabras de Hacking se percibe a la auto-justificación como un concepto, pero uno que responde a lo que, parafraseando a Latour, es la ciencia en acción; un concepto que surge a partir del ajuste que se realiza en las prácticas efectivas de la ciencia. La propuesta de los estilos de razonamiento traspasa esta frontera de las prácticas, siempre móviles y cambiantes; la estabilidad que las fundamenta da lugar a una especie de muerte que le sigue a la acción de aquéllas. Esta muerte tiene que ver con una propuesta filosófica. Es decir, Hacking aspira a obtener algún tipo de conclusión general, filosófica, de la vida en acción. Por eso, cuando sostiene que el estilo es un concepto lógico, no debe entenderse como aquello que preserva la verdad o la falsedad, ni tampoco que refiera a los métodos deductivos o inductivos; no es lógica en los términos usuales, es lógica o metodología y, si queremos, una especie particular de epistemología.

De hecho, en su último libro, *Historical Ontology*, refiere al análisis de metaconceptos a algo que se pudiera denominar Metaepistemología. Por ello creo que su propuesta de los Estilos de Razonamiento Científico es una propuesta que abandona la vida de la ciencia en tanto auto-justificación, para adentrarse fuera de ella, en una filosofía que pueda dar cuenta de la estabilidad de la ciencia a partir de ciertas prácticas que han generado conocimiento, que, hasta cierto punto, constituye un conocimiento acumulativo. En tanto metaconceptos, los estilos de razonamiento serán también un modo de organizar y de pensar la actividad científica.

³⁵⁹ Hacking, I., 'La auto-justificación de las ciencias de laboratorio', *op. cit.*, pág. 236

En el capítulo IV se aclaró que Hacking se remite a la obra de Crombie³⁶⁰ para analizar los diferentes estilos de pensamiento presentes en la cultura occidental. Asumiendo esta propuesta, elabora lo que denomina Estilo de Razonamiento Científico. Como parte de este, se ubica el estilo de laboratorio —que implica la existencia de aparatos y de modelos de estos para interaccionar con el mundo—; y el cual Hacking lo ubica en medio de dos estilos: uno que, según Crombie, implica la experimentación, el control de la naturaleza por medio de la observación y la medida; y otro, el de la construcción de modelos analógicos. Se constituye un modo de hacer y pensar conjuntamente que hace que sea un estilo particular y propio; la zona de intercambio, que diría Galison.

La palabra estilo ha sido usada por diferentes autores —refiriéndose en general a diferentes modos de hacer ciencia—, quienes juzgan que existe un ‘estilo newtoniano’ o ‘el estilo de Galileo’. También en otras áreas (artísticas, literarias) esta palabra denota las maneras de elaborar, hacer. Y en todas ellas, ‘estilo’ convoca —como lo concibe Hacking— un acontecimiento simultáneo: no surge primero el estilo y luego Galileo o Matisse, ambos conjuntamente advienen con una práctica específica que, posteriormente, adquiere suficiente autonomía con respecto al que fue su creador. L. Fleck,³⁶¹ por su parte, matiza la definición al decir que un estilo es algo impersonal que constituye más bien las posesión de algo estable socialmente. Un *Denkstil* hace posible ciertas ideas y hace otras impensables.

Ahora bien, cada estilo se va conformando a través de pequeñas interacciones microsociales y negociaciones, lo que no es óbice para que adquiera independencia de su propia historia, de su propia creación. Cada estilo se transforma en un canon atemporal de objetividad. El estilo de laboratorio, tal como han señalado acertadamente Shapin y

³⁶⁰ Crombie, A. C., *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition: The History of Argument and Explanantion especially in the Mathematical and Biomedical Sciences and Arts*, Duckworth, Londres, 1994

³⁶¹ Fleck, L., *Genesis and Development of a Scientific Fact*, The University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1992

Schaffer, fue establecido en el siglo XVII cuando Boyle implanta un nuevo enfoque de razonar y de actuar en la actividad científica. Este modo de hacer en el mundo genera la creación de fenómenos y un nuevo parámetro de objetividad, o una nueva concepción del conocimiento³⁶².

Además de que el estilo de laboratorio innova una manera de razonar, genera un cambio en lo que se entiende por evidencia empírica, relacionada con la pregunta ¿cómo es que hemos llamado a estos procedimientos, los verdaderos?. Esta es la pregunta que le parece importante a Hacking. La racionalidad que imponen los estilos de razonamiento no es neutra, es histórica; tiene un particular surgimiento en una práctica determinada. Los estilos de razonamiento constituyen, en un principio, el modo de obtener una noción de verdad diferente a la verdad en tanto correspondencia. Por otra parte, se erigen también en un intento de re-establecer una noción de objetividad que se encuentre acorde con el resto de su pensamiento, pero sobre todo, que se encuentre basada en las prácticas científicas y concretas.

Razonar recuerda a la *Crítica de la Razón Pura*. Mi estudio es una continuación para explicar cómo es posible la objetividad [...] Mis estilos de razonamiento eminentemente públicos son parte de lo que necesitamos para comprender lo que es la objetividad. Esto no se debe a que los estilos son objetivos [...] sino porque ellos han asentado lo que es ser objetivo.³⁶³

Una práctica determinada crea un tipo de objetividad, pero cuando permanece un estilo, como es el caso del estilo de laboratorio, permanece un modo de razonar que genera objetividad.

El estilo trae mucho consigo: nuevos tipos de objetos y con ello, nuevas proposiciones, nuevas maneras de referirnos a las cosas. Las nuevas proposiciones comportan nuevos criterios para determinar cuándo estas son candidatas a ser verdaderas

³⁶² Galison en *Image and Logic* (*op. cit.*, pág. 7) comparte la noción de que los experimentos, tal como eran entendidos entre los seguidores de Boyle, resolverían cuestiones fenomenológicas, lo cual se aparta del modo en que lo concibe Hobbes, esto es, argumentar desde la deducción de los primeros principios.

³⁶³ Hacking, I., 'Styles for Historians and Philsophers', *op. cit.*, pág. 4

o falsas. Pero también aparecen nuevas clasificaciones, otros tipos de probabilidad, de explicaciones. Los estilos tienen un origen en determinado momento y bajo el fragor de muchas luchas, pero una vez que han resultado fructíferos, permanecen con nosotros. Hacking enfatiza que la creación no es sólo una creación material y de objetos, también la creación adviene en nuevas modalidades de pensamiento.

Hacking ha manifestado que es una tarea filosófica de nuestro tiempo conectar los enfoques sociales con algún tipo de ontología y, con algo que en principio ha denominado los aspectos braudelianos del conocimiento, es decir, 'las características relativamente permanentes, crecientes, automodulables, autorrevisables de lo que llamamos ciencia'. Quiere un concepto que sea a la vez metafísico y social: un concepto que haya sido originado a través de una serie de interacciones sociales, pero que tenga un carácter metafísico, que sea algo así como un metaconcepto, algo que traspase la práctica concreta y permita establecer una cierta organización. Este concepto es precisamente el de estilo de razonamiento científico.³⁶⁴

Hemos pasado a través de un cuarto de siglo en el cual las discusiones filosóficas acerca de la ciencia eran establecidas en términos de metaconceptos dominantes. Los paradigmas de Kuhn, los programas de Lakatos, los 'themata' de Holton: extendían nuestra red más allá de la ciencia, también las formaciones discursivas de Foucault o los juegos de familia o de lenguaje de Wittgenstein. ¿Tienen ellos un rasgo común aparte de su extravagante generalidad y abstracción?.³⁶⁵

Y ciertamente hay algunos elementos en común, como lo examina Hacking. Todos los meta-conceptos tienen que ver con posibilidades y limitaciones. Todos, en el fondo, son kantianos. Y el estilo de razonamiento de Hacking no es diferente al respecto. Pero, contrariamente a lo propuesto por A. Koyré, las modalidades del pensamiento surgen desde el pensar y también están dadas por las prácticas o desde las prácticas. El mundo de la posibilidad, del hacer, del pensar toma forma en determinado momento histórico y sujeto a situaciones; no está en el aire, no está en el mundo ideal de Platón.

³⁶⁴ Hacking, I., 'Statistical Language, Statistical Truth and Statistical Reason', *op. cit.*, pág. 131

³⁶⁵ *Ibid.*, pág. 136

Por otra parte, algunos exigen exclusividad. Kuhn presentó paradigmas competitivos, Lakatos alude a programas rivales como excluyentes; se abre una puerta y se cierra otra. Esto es menos verdad de los ‘themata’ de Holton que se mantienen a lo largo de la historia. Los estilos de razonamiento de Hacking no rechazan a otros; pueden luchar mucho para adquirir estabilidad o para establecerse, pero una vez que maduran y son confiables, no tienden a excluir a otros, y en esto coinciden con los estilos de Crombie.

Los estilos de razonamiento son, obviamente, históricos. Tienen un pasado, un presente y un futuro. Pueden también morir. Los paradigmas, los programas de investigación, los ‘themata’ han sido palabras vigorosas usadas para tesis metafísicas, epistemológicas y metodológicas. Pero estos conceptos no son nunca exactamente definidos. En lugar de hacerlo, sus autores los presentan con muchos ejemplos, con algunas características y algunas diferencias. Algo parecido quiere emular Hacking al mostrar cómo funcionan los estilos de razonamiento, al igual que lo ha hecho con el estilo de laboratorio.³⁶⁶ Esto implica que los estilos son, en cierto modo, un regreso a los temas de la racionalidad. En definitiva, los paradigmas de Kuhn o los programas de investigación de Lakatos suponen una propuesta filosófica desde la racionalidad. Sin embargo, si bien esto es cierto, Hacking aspira a que sea una racionalidad que trascienda las dimensiones teóricas y que incluya las prácticas como fundadoras.

Yo sostengo que no hemos decidido lo que deba contar como objetividad, ni que hemos descubierto lo que es. Me interesa el modo en que la objetividad adviene [...] ¿Por qué no digo simplemente que hemos descubierto el modo de ser objetivos, de llegar a la verdad en el camino? Porque antes del desarrollo de un estilo de razonamiento científico no había ni proposiciones candidatas a la verdad, ni objetos identificados independientemente ante los cuales estar en lo correcto.³⁶⁷

Es la práctica o la actividad científica la que genera nuevas posibilidades. No había nada antes de las prácticas, ni los objetos, ni las verdades en torno a los objetos. Es

³⁶⁶ Hacking, I., ‘Statistical Language, Statistical Truth and Statistical Reason’, *op. cit.*, págs. 10-11

³⁶⁷ Hacking, I., ‘*Language, Truth and Reason*’ en Lukes, S. y Hollis, M. (eds.), *Rationality and Relativism*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982, pág. 56

la práctica en tanto creación la que ha establecido a lo largo del tiempo nuevas modalidades. Se crea y se transforma en el mundo material y en nuestros modos de pensar. Por esta vía, retoma los temas de la filosofía y de la epistemología: la verdad, la objetividad, la razón. Pero, estas nociones no están ya dadas; son creadas históricamente a través de nuestras prácticas científicas, y, nuestra tarea filosófica consiste en dar cuenta de ellas. Por ejemplo, antes de Einstein no había cómo establecer la relación entre masa y energía, no había un modo en que pudiéramos referirnos mediante nuestras proposiciones a que ese fenómeno era verdadero y objetivo, ni tampoco había un modo en que pudiéramos referirnos al fenómeno de la ionización y afirmar que existen electrones. Es únicamente a través de estas prácticas que estamos en la obligación de pensar de otro modo no sólo el mundo, sino también nuestras nuevas nociones de verdad y objetividad, y, en última instancia, de racionalidad.

Una mirada atenta a los orígenes de los estilos de razonamiento descubre que algunos han permanecido con nosotros, pero otros, no. Cuando esto sucede, advienen estilos *a priori*,³⁶⁸ lo que hace evocar a las formas kantianas: estas no estarían dadas en la estructura de un razón 'pura', más bien serían formas creadas a lo largo de la intervención y la práctica humana. Las formas kantianas imprimen un concepto a lo dado y, en este caso, el estilo de laboratorio imprime un modo de razonar y actuar, un tipo de 'metodología' que determina un tipo de conocimiento específico. Esto también recuerda a W. Whewell. Como comenta Collin,³⁶⁹ la filosofía de Whewell es un compromiso entre el empirismo y el racionalismo kantiano, al cual suele referirse como racionalismo inductivo. Concuere con Kant en que el pensamiento humano está informado por conceptos y principios en algún sentido impuestos, no derivados de la experiencia; pero estas nociones no son atemporales o ahistóricas, sino ideas que evolucionan y que se van aclarando en el desarrollo de la ciencia. Hacking reconoce la influencia de Whewell en su pensamiento; opone a la noción de 'idea' de este autor un 'estilo de razonamiento' que abarca una noción de racionalidad más amplia. Pero coincide con Whewell en que estos

³⁶⁸ Hacking, I., 'Artificial Phenomena', *op. cit.*, pág. 241

⁶⁰ Collin, F., 'Bunge and Hacking on Constructivism' en *Philosophy of Social Sciences*, vol. 31, n.º 3, 2001

estilos son históricos y luego permanecen en nosotros como ‘formas a priori’ kantianas. En términos lakatianos, se podría decir que el estilo de razonamiento de laboratorio es un estilo que ha mostrado ser progresivo en la medida en que ha ido generando nuevas posibilidades en su modo de razonar, y esto ha permitido que permanezca en el tiempo. Ahora bien, el estilo de razonamiento es auto-autentificador, es decir, no hay modo de establecer si las proposiciones son verdaderas o falsas fuera de un estilo.³⁷⁰ Se ha establecido que la auto-justificación produce estabilidad. Esta estabilidad provee lo necesario para la auto-autentificación: la estabilidad que se logra mediante el ajuste entre ideas, materiales y marcas permite autenticar, validar un canon de objetividad. No hay otro modo. La verdad, la falsedad y la objetividad advienen con un estilo de razonamiento.

El estilo de laboratorio ha mostrado ser estable, duradero y acumulativo. Los estilos pueden desarrollarse o abandonarse, pero nunca refutarse. Lo que se refuta son nuestros contenidos, no el modo en que razonamos. Y es este modo de razonar el que sanciona la auto-justificación, el ajuste o acuerdo de una serie de elementos entre sí. Es el estilo de laboratorio en tanto estilo de razonamiento quien valida el carácter estable de las ciencias de laboratorio.³⁷¹ Por lo tanto, la circularidad es evidente; se logra una estabilidad que aporta objetividad, que a su vez valida un estilo, que permanece estable. Hacking no desea volver ni a la metodología en general ni a la ciencia general, sin embargo sus estilos de razonamiento son problemáticos. Por un lado, pretende establecer un tipo de racionalidad constitutiva de cada estilo, por otro, como ya se ha dicho, maneja la idea de una metaepistemología, es decir, de analizar cómo se ha constituido históricamente la validez de nuestros conocimientos. Los estilos de razonamiento sirven así a dos propósitos diferentes: uno es poder otorgar un criterio de objetividad y verdad que no sea una respuesta al mundo tal cual es, ni que tampoco sea respuesta a un único tipo de racionalidad; el otro, es, a mi juicio, superar la radicalidad de Kuhn. Mediante el problema de la incomensurabilidad parecía que no había modo de recuperar la

³⁷⁰ Hacking, I., ‘Style for Historians and Philosophers’, *op. cit.*, pág. 13

³⁷¹ *Ibid.*, pág. 14

objetividad, la verdad y la estabilidad en la ciencia. Hacking desea asumir la historicidad de Kuhn y rescatar, a través de la prácticas, nuestras tradicionales nociones filosóficas. El hecho de que Hacking aspire a mostrar la permanencia de determinados estilos de razonamientos que afirman la estabilidad de la ciencia, es lo que suscita su énfasis en las técnicas de auto-estabilización de cada estilo.³⁷²

¿Es el resultado de esto, algún tipo de relativismo sobre la verdad y los estilos de razonamiento, algún tipo de anti-realismo? No. Aquello por medio del cual investigamos la realidad no es relativo a nada y los aspectos que llamamos reales determinan lo que es verdadero o falso de acuerdo a nuestro criterio. Sin embargo, nuestros estilos y nuestras verdades no existen hasta que las traemos a nosotros. La objetividad no es menos masiva, impenetrable, resistente, porque sea producto de nuestra historia. Pero cuando nos acercamos lo suficiente para atravesar con nuestras manos esta roca —o quizás, conglomerado— sentiremos sus fisuras y nos daremos cuenta de cuán diferente es su textura, de la superficie suave que nos parecía observar desde lejos, antes de que atendiéramos a los innumerables detalles que son su único origen y que constituyen su sustancia.³⁷³

En diversas entrevistas, Hacking —aludiendo a la importancia que tienen en su pensamiento— ha señalado que lleva más de veinte años trabajando en los estilos de razonamiento y que todavía no ha logrado darles una forma definitiva. Más allá de la ardua labor que ha representado esta configuración final, los estilos marcan, según entiendo, las dificultades filosóficas de su propuesta. Los estilos son problemáticos, pero este carácter se debe al objetivo que se ha trazado desde el inicio, o al menos, el que ha señalado como su objetivo filosófico. Ya se ha señalado que considera que es obligatorio conectar lo que ha denominado un cierto ‘conocimiento braudeliano’, acumulativo y estable, con una ontología que emerge de las prácticas y que son históricas. Más allá de su visión de la ciencia, que es su propuesta de la auto-justificación, los estilos, en tanto propuesta filosófica, pueden encauzar el regreso a los problemas de la racionalidad, que, en principio, había descartado en sus tesis de *Representar e Intervenir*.

³⁷² Llega a referirse a una Tecnología Filosófica, es decir, al estudio de las técnicas que producen estabilidad dentro de la práctica experimental o en las ciencias de laboratorio.

³⁷³ Hacking, I., ‘Statistical Language, Statistical Truth and Statistical Reason’, *op. cit.*

Los estilos de razonamiento, tal como los plantea, pueden hacernos pensar en las categorías aristotélicas, las categorías kantianas y el realismo interno de Putnam. No obstante, siempre ha negado este tipo de solución, pues acepta junto a Davidson que la división de esquemas conceptuales y contenidos no es un buen modo para abordar los problemas filosóficos.

En la historia filosófica del siglo XX, la forma en que se ha concebido los problemas de conocimiento ha sido, en general, desde una perspectiva epistémica, que ha involucrado el carácter de la evidencia empírica y los criterios lógicos por medio de los cuales se fundamenta el conocimiento. Si bien para Hacking ontología y evidencia empírica o argumento experimental se constituyen mutuamente, lo que le interesa analizar es una vía ‘lógica’ que determine o especifique un modo de razonamiento que valide tanto el efecto como la evidencia. La atención sobre qué es una evidencia empírica se disminuye a favor de indagar sobre el tipo de lógica con el que podamos referirnos a determinadas prácticas como objetivas y verdaderas. La pregunta ‘¿cómo adviene una racionalidad que crea un tipo de objetividad?’ resume tal aspiración.

Desde el eje de las prácticas, la interrogante que surge es que si estas están continuamente modificándose —como ha mostrado la narración de Galison—, ¿cómo es que el estilo de razonamiento permanece?. Si en realidad las prácticas constituyen el núcleo fundamental del pensamiento de Hacking, se debería admitir que la objetividad y la verdad también cambian y que no existe ningún tipo de identidad entre prácticas, técnicas, modos de razonar, desde que se inaugura la ciencia de laboratorio en el siglo XVII. Hacking procura mostrar, sin embargo, que no son tan cambiantes, que hay una lógica que se mantiene, que hay un modo de razonar (teórico y práctico) que ha permanecido. El problema es que no logra darle una forma acabada a tal lógica.

Buscando un carácter histórico, Hacking intenta un modo de relacionar las prácticas con el conocimiento científico, bajo una noción de conocimiento que sea histórica y que, no obstante, permita establecer una racionalidad que otorga objetividad y

verdad. Ya se ha mostrado que aspira a incorporar la historicidad a la filosofía analítica a la cual pertenece.

Para ello recurre a una tradición francesa representada por M. Foucault, G. Canguilhem, L. Althusser, entre otros. Esta tradición enfatiza los aspectos señalados por Hacking: las prácticas materiales, concretas y específicas, la historicidad, con una visión materialista del mundo y de nuestros actos. Pero, mientras esta tradición acepta las consecuencias de estos criterios, Hacking las toma más como un instrumento que como una filosofía; asume esta tradición como una herramienta conceptual para enfrentar la ausencia de historicidad encarnada por su propia tradición analítica. Hacking reconoce que ‘usó’ a Foucault, pero también aclara que no se adscribió a su filosofía. Su noción de estilos de razonamiento ha tomado de este pensador rasgos de su arqueología, de ‘la episteme’ y de la formación discursiva. Sólo que en la obra de Foucault, ‘las epistemes’ advienen a existencia y luego mueren, es decir, están continuamente transformándose, y Hacking pretende asignarles a los estilos un carácter evolutivo y estable. También es verdad que en Foucault encontramos el modo en que los discursos imponen un orden a las prácticas, relacionando así conocimiento y poder. Foucault evidencia en todo momento una dinámica de la transformación en el tiempo.

Hacking retoma la filosofía analítica, vuelve a los análisis de los conceptos *historizados*, es decir, propone que la actividad filosófica acoja el carácter histórico tanto de los conceptos como de nuestras nociones de verdad, objetividad y razón. Rehúsa a admitir fundamentos, pero tampoco acepta la relatividad que implican las prácticas. En definitiva, desea que algo permanezca a través de la historia y, en este sentido, sigue apegándose a la tradición analítica. Por esta razón, el estilo de razonamiento adviene ‘forma a priori’, una forma empírica e históricamente adquirida, pero forma al fin. Son estas formas las que permiten a los estilos persistir a lo largo de la ciencia; ellos encarnan ese conocimiento ‘braudeliano’. Y si bien es cierto que el estilo de laboratorio ha permanecido desde el siglo XVII, no es menos cierto que las prácticas, las técnicas y los contenidos han cambiado sustancialmente. Afirma entonces que lo que se mantiene es

algo formal, un tipo de razón, de lógica, de metodología; nociones a las cuales apela sin definir las con precisión.

Estas formas son las que permiten, a su juicio, autenticar las prácticas; es únicamente mediante un estilo que nuestras nociones de verdad y objetividad adquieren validez. Los estilos validan nuestras proposiciones y nuestro significado de la verdad; se necesita razonar de determinado modo para poder establecer estas nociones.³⁷⁴ Pretende, de esta manera, avalar una noción de verdad diferente a la verdad en tanto correspondencia. Hacking, que no ha optado por una filosofía esencialista ni del mundo y ni del pensamiento, termina recurriendo a una formalidad racional para validar su propuesta. Es cierto que esta propuesta está inacabada, pero también lo es el hecho de que retoma el problema de la racionalidad de un modo absolutamente tradicional. Como señala Rorty, Hacking se niega en este aspecto a estar con los *bad guys*.

Mucho más acorde con la noción de las prácticas experimentales parece ser la propuesta de Galison, quien también desea rescatar las categorías de objetividad, verdad y racionalidad que puedan surgir por medio de la práctica. Caracteriza a la objetividad como una palabra controvertida: puede ser realismo el lunes, certeza el miércoles, intersubjetividad el viernes y verdad el domingo. El origen de este carácter se debe a que en los debates contemporáneos se ha borrado la genealogía del término que ha existido en las ciencias naturales. El término objetividad es histórico. Es una categoría que proviene del siglo XIX, ligado a los procesos de representar o describir objetos.³⁷⁵ La representación de la naturaleza en los siglos XVII y XVIII se concebía mediante la noción de 'verdadero con respecto a la naturaleza', lo que tenía poco que ver con la objetividad; más bien con un conjunto de prácticas artísticas y científicas, cuyas genialidades lograban idealizar y corregir las poco confiables apariencias de lo dado. Posteriormente, alrededor de 1830 esta idea se va modificando y se empieza a querer que la naturaleza hable por sí misma por medio de las instrumentalidades, que minimizaban

³⁷⁴ Hacking, I., 'Statistical Language, Statistical Truth and Statistical Reason', *op. cit.*, pág. 133

³⁷⁵ Galison, P., 'Judgment against Objectivity' en Jones, C. A. y Galison, P. (eds.), *Picturing Science and Producing Art*, Routledge, Nueva York y Londres, 1998

la intervención, la interpretación y bloqueaban la licencia artística. El científico comienza a creer en un registro esencial y mecánico de los objetos naturales, y de esta imagen mecánica surge el concepto de objetividad propiamente.

Galison considera que, a principios del siglo XX y de modo paulatino, comienza a desarrollarse a todos los niveles (en la física de partículas, en geología, en los estudios del cerebro, etc.) una nueva noción de la imagen que requiere la interpretación y el juicio, con lo que se desplaza el sentido exclusivamente mecánico de la objetividad. Durante esta tercera etapa se mantienen los criterios objetivos e instrumentales, pero el juicio invoca la familiaridad y la experiencia, necesarias para clasificar y manipular. El científico entra así como un experto que tiene un 'ojo entrenado' para poder interpretar lo que ve. Esta capacidad exige que haya expertos y también que haya aprendices. El juicio ya no es como en el siglo XVIII, algo que depende del genio; ahora es algo que se entrena y se aprende laboriosamente. Aquí, en esta imagen del juicio, lo subjetivo pasa a ser un factor fundamental. Galison igualmente estima que aquí no se termina la historia y que seguramente volverá a existir otro giro.

Galison indica, así, que admitir las prácticas experimentales como históricas supone aceptar que nuestras nociones de objetividad son tan cambiantes como aquellas. Pero pienso que en esta afirmación también se señala que no hay posibilidad de permanencia, que las prácticas justamente apuntan a una modificación continua y permanente de todas nuestras nociones. Hacking también comparte este tipo de nociones que identifican a Daston y a Galison. Sin embargo, parecería que mediante los estilos de razonamiento aspira a algo más, a lograr algo, que proporcione una estabilidad mayor que las cambiantes prácticas. Quizás, en definitiva, sea siempre esta la indagación de la actividad filosófica. De cualquier modo, de lo que no cabe duda es de que después del estudio de las prácticas experimentales, la búsqueda de la racionalidad, de la verdad y de la objetividad ya no puede responder más a los métodos tradicionales. Creo que es mérito de Hacking haber sido uno de los primeros en hacerlo notar y de continuar aún hoy en el intento.

1. UNA VISIÓN DE LA CIENCIA

En el primer capítulo se intentó mostrar que a partir de la obra de T. Kuhn comienza una nueva filosofía de la ciencia que ha tenido numerosos giros y que ha propiciado un nuevo espacio de reflexión. Durante más de dos décadas del siglo pasado (años sesenta y setenta), gran parte de las reflexiones se centró en temas como la inconmensurabilidad de las teorías, los cambios gestálticos, elecciones y decisiones de teorías, así como en la famosa tesis de que los científicos ‘viven en otro mundo’. Este hecho, además de generar nuevas perspectivas en los ámbitos epistémicos y ontológicos, supuso —casi de forma inevitable— que la orientación filosófica se dispusiera más hacia el cambio y el desarrollo de la ciencia.

La obra de Kuhn, en este sentido, constituye esencialmente un cuestionamiento a la concepción de la ciencia y la historia de la ciencia en términos de fundamentos y de unidad. Los fundamentos, cualesquiera que sean, ofrecen la posibilidad de tener un punto de apoyo seguro y firme, un punto a partir del cual podamos decir que surge y adviene todo lo demás; y representan la estabilidad frente al cambio y al devenir. A partir de ellos logra obtenerse una unidad narrativa que permite comprender, en el caso que nos ocupa, toda la actividad científica. Unidad y fundamentos son dos conceptos íntimamente relacionados y unidos por un ideal: el ideal de que no haya nada que quede fuera de la razón, del entendimiento; y, en cierto modo, que no quede nada fuera de control. Durante gran parte del siglo XX, estos fundamentos, que otorgan unidad, han estado representados por el lenguaje y la lógica.

Más allá de la profundidad de su obra, Kuhn enjuicia estos fundamentos unitarios y, al hacerlo, pareciera que colocara en entredicho la clave de nuestra racionalidad y de lo que se ha llamado en este trabajo la ‘imagen clásica de la ciencia’. Por otro lado, se

puede aseverar que, en un plano secundario, se torna propicio el momento para el comienzo de los debates sobre relativismo y realismo.

No obstante, Kuhn se aparta más de la metafísica de los fundamentos que de la metafísica de la unidad. De hecho, no abandona la necesidad de encontrar algo que unifique y sostenga toda la actividad científica. Esta unidad, como observa Galison, es sincrónica; tiene un eje vertical y está dada desde arriba hacia abajo; es decir, la teoría constituye el punto a partir del cual todo lo demás puede ser explicado y entendido. El enfoque de Kuhn, aun objetando el lenguaje positivista, no escapa tampoco de una confianza ciega en que la clave para resolver gran parte de los problemas filosóficos está en el análisis del lenguaje. A este tipo de concepción Hacking lo ha denominado 'idealismo lingüístico'.

De la metafísica de la unidad se derivan jerarquías y estructuras. Las jerarquías representan un elemento importante dado que se apegan a la necesidad de que haya algo, un punto, que sea central y que confiera una lógica explicativa a todos los elementos de la ciencia. Mientras que para los positivistas lógicos este punto es la observación, para los kuhnianos es la teoría. En ambas posiciones hay un intento por encontrar una estructura, y ubicar una lógica que proporcione orden y estabilidad en la práctica científica por encima de sus cambios.

Pienso que gran parte de los problemas planteados por Kuhn siguen estando vigentes, aunque ahora podemos concebir otro modo de abordarlos. Sin duda, el paso del tiempo ha impuesto un distanciamiento con respecto a su obra, y este invoca otro escenario a partir del cual se puede analizar parte de sus interrogantes. Los planteamientos de Kuhn generaron una tensión entre el cambio y la estabilidad en la ciencia, que no es más que la ancestral tensión entre el devenir y lo que permanece, entre lo esencial y lo contingente.

Considero que es desde esta perspectiva en la que se deben ubicar, en primera instancia, los estudios de la práctica científica, para que, posteriormente, se intente desarrollar el análisis de esta en tanto cultura. Se trata, entonces, de analizar la práctica científica de un modo tal, que permita considerar los cambios sin que por ello advenga ni una crisis de inestabilidad ni una crisis de racionalidad.

Contemplar la ciencia de esta manera implica desarrollar un punto de vista que no esté centrado ni determinado por fundamentos y jerarquías. La obra de Hacking puede ser percibida como una de las primeras críticas al dominio e imperio que ha tenido el mundo de la representación y la teoría en el contexto filosófico; sin negar la existencia y la importancia fundamental de la teoría en la ciencia, constituye un ataque al modo teórico en que la filosofía ha concebido la ciencia experimental, paradójicamente llamada así desde Bacon. En este sentido, su obra constituye una crítica a toda concepción filosófica determinista: cuestiona tanto el determinismo de los enfoques lógicos o semánticos, como el determinismo sociológico.

Si bien la reflexión en torno a la ciencia ha estado dada siempre por una relación entre teoría y experimento o experimentación, como es, en realidad, más apropiado denominarla, el enfoque de la intervención hace hincapié en una práctica humana, enfatizando una vitalidad y un movimiento que impide ver la ciencia como producto acabado. Es mediante el concepto de intervención que se intenta señalar el carácter vital y creativo de la ciencia y, en consecuencia, comienza a desarrollarse la emergencia de un sujeto en la ciencia. Un sujeto colectivo, ciertamente, pero un sujeto que se ubica como un componente fundamental dentro de la producción de conocimiento, cuya existencia ha sido tachada, borrada e ignorada a lo largo de la historia y de la filosofía de la ciencia. Este análisis de la ciencia permite acercamientos con otras prácticas, pero no en términos de similitud o semejanza; más bien en lo que respecta a un enfoque que ubique la actividad científica como una actividad más, alejada de la concepción según la cual es inaccesible, misteriosa y única.

Del análisis de la intervención surge en primer lugar un escenario: el laboratorio, que, desde el punto de vista de Hacking, es un espacio de acción donde se desarrollan diferentes actividades y habilidades. Pero, por encima de esto, Hacking lo asume como un espacio —aislado y artificial— en el que logramos obtener efectos que hacen posible establecer un conocimiento de lo que, muy posteriormente, llamaremos fenómenos del mundo o naturaleza. Y es también un espacio donde se efectúa la génesis y la producción de objetos a partir de los cuales transformaremos el mundo que habitamos.

Las repercusiones de este análisis se manifiestan también en lo que bajo el imperio de la teoría se ha denominado datos o evidencia. El estudio de la experimentación ha indicado que los datos son producidos y que en ningún momento están dados en tanto evidencia empírica; ha mostrado, igualmente, que lo que entendemos por evidencia empírica o argumentación experimental, es el resultado de la conjunción de diferentes niveles de teorías y modelos con una práctica realizada por medio de aparatos e instrumentos.

En este contexto, la noción de proceso de construcción adquiere una importancia que va mucho más allá de la admitida por los sociólogos. Los fenómenos del mundo son obtenidos por medio de una práctica experimental cuya diversidad impide un enfoque determinista y reduccionista. Justamente el análisis de estos procesos es lo que impulsará el cambio radical del modo de enfocar los problemas en la filosofía de la ciencia. Así, lo epistémico no se encuentra separado de lo ontológico, teniendo ambas dimensiones una fuerte relación a través de la práctica.

Hacking intenta organizar el espacio de la experimentación estableciendo una especie de taxonomía para dar cuenta de la manera real y concreta en que se realiza la práctica. Distingue tres tipos de actividades experimentales: la teórica, de acuerdo básicamente con modelos y leyes fenomenológicas; la que representa el material del experimento, y lo que denomina marcas o productos del experimento. Esta perspectiva rompe la noción de predominio o de subordinación entre teoría y experimento, con lo que

pasan a considerarse en un mismo plano diversas actividades, con historias y relaciones diferentes.

Galison ofrece una visión de la práctica de la física o de la ciencia como práctica cultural, y esto puede ser un buen modo de complementar los planteamientos de Hacking. Al asumir la práctica científica como cultura, Galison logra relacionar las dimensiones epistémicas, ontológicas y sociológicas que en Hacking se encuentran muy a menudo dispersas. Para Galison, el laboratorio constituye un espacio topológico y simbólico de interacción entre varias subculturas: la teórica, la instrumental y la experimental. Todas ellas se encuentran en el interior de la ciencia. Entender la práctica científica en tanto práctica cultural, supone aceptar la existencia de una diversidad de contextos que se relacionan de diferentes formas y en un complejo entramado que define la dinámica de la investigación. Debido a esta concepción, Galison subraya la ausencia de un orden jerárquico en la producción de efectos y de argumentos experimentales y teóricos, admitiendo así la paridad de estas subculturas.

A mi juicio, lo importante de la ‘paridad de las subculturas’ planteadas por Galison es que comienza a establecerse, poco a poco, una visión de la ciencia que permite romper con la idea de que hay algo específico y único que tiene un lugar jerárquico o predominante. Esta ruptura da paso a que se admitan una multiplicidad y diversidad de elementos que contribuyen a conformar tanto los fenómenos del mundo, como lo que entendemos por argumento experimental. Abre el espacio, a su vez, a una concepción dinámica de la ciencia, esto es, a una concepción no estática, que dé acceso a la flexibilidad propia de toda práctica.

La contextualización de las diferentes culturas aporta elementos conceptuales que coadyuva a mirar la actividad científica como fragmentada, diversa y, no obstante, estable. Galison piensa que son precisamente los espacios de acción los que crean la posibilidad de una continuidad y de un diálogo entre las diferentes subculturas, en una relación que ha denominado zona de intercambio, producto de la necesidad de

entendimiento que impone la acción. Este entendimiento se obtiene mediante prácticas y creencias que, si bien son muy diversas entre las subculturas, obligan a crear un lenguaje intermedio para poder seguir actuando. Cuando se producen rupturas en cada una de las subculturas, rara vez ocurren simultáneamente (muy al contrario de lo que sostenía Kuhn), y nunca se dan en bloque y de forma conjunta. El hecho de que la estabilidad no sucumba frente a los cambios es debido a que la práctica instrumental y experimental puede continuar, a pesar de que se presente un cambio importante en la teoría; y también cuando se produce un cambio en la subcultura instrumental, las prácticas experimental y teórica se mantienen estables. La fragmentación de las subculturas, por consiguiente, está lejos de ser una fragilidad o una debilidad. La idea de ver los cambios de forma conjunta, aunque otorga unidad, impregna la ciencia de una dimensión reduccionista y muerta.

En el caso particular de la práctica de la física, esta concepción ayuda a comprender lo que Hacking realza a lo largo de toda su obra: la práctica como espacio de posibilidades y de creación, donde la dinámica de la investigación logra que se creen nuevos objetos, nuevos conceptos, nuevas clasificaciones y teorías, y también nuevos modos de entender la verdad y la objetividad.

La cámara de niebla es un buen ejemplo para observar el funcionamiento de la zona de intercambio que describe Galison. Mientras que Wilson quería determinar la causa y la explicación de fenómenos meteorológicos, a Thomson le interesaba demostrar la existencia de una partícula subatómica. Teóricamente hablando, estaban pensando cosas muy diferentes y desde ciencias distintas; sin embargo, la cámara de niebla, un instrumento, permitió que ambos pudieran comunicarse y pudieran intercambiar conocimientos instrumentales, experimentales y teóricos. Wilson termina aceptando el fenómeno de la ionización como causa de la condensación en su cámara. Actuaban conjuntamente, compartían creencias y acciones a través de un instrumento. También sucedía lo mismo en el caso del grupo de Álvarez: tenían que entenderse ingenieros, físicos, técnicos y especialistas, *scanners*, programadores, etc. El único modo de comprender cómo esto es posible, es mediante una historia que propicie un espacio de

intercambio donde se efectúa la acción conjunta, una acción que, muchas veces, es obligada.

Este tipo de visión ha llevado a fijar más la atención en las dimensiones locales de la ciencia, en lugar de reflexionar en torno a la ciencia en general. Como ha propuesto Hacking, implica hablar de ciencias y de filosofía de las ciencias. Por su parte, Galison se refiere a una coordinación local, e insta a abandonar los términos de traducciones globales. Esta visión local y dividida origina la pérdida de una metáfora central de la ciencia que da cuenta de la unidad, la totalidad y la homogeneidad. También se difuminan los sentidos de análisis internos y externos de la ciencia. En realidad, se pretende descartar una imagen de la ciencia en la que los científicos son seres aislados, inmunes a lo que acontece en la cultura en la que están inmersos. Y, paralelamente, se abandona la visión de que la ciencia es producto de las fuerzas sociales, supuesto que deja de lado la riqueza de la investigación científica. El análisis contextual permite, así, incluir variables de todo tipo, que nunca son fijas.

Por otro lado, los análisis de la práctica —aunque creo que todavía queda mucho que trabajar al respecto—, se apartan de una noción de racionalidad que sólo toma en cuenta elementos lógicos y deductivos. Se cuestiona la racionalidad entendida bajo la idea de representación y de teoría; se realiza un análisis crítico del dualismo cartesiano. Poco a poco se va incluyendo un hacer racional, un modo en que la razón se expande y acoge bajo su égida algo más que deducciones lógicas. Se erige una racionalidad pragmática, pero no sólo pragmática. El mundo de la razón y la acción quedan mezclados, aunque nunca esté muy claro cómo.

Muchos de los autores (Hacking, Galison, Pickering, Latour, entre los más representativos) que trabajan con esta visión de la ciencia, rechazan la noción de una naturaleza esencial y su correlato de la noción de verdad como correspondencia. La práctica científica realizada mediante instrumentos ha puesto seriamente en tela de juicio el concepto de naturaleza dada, el de una naturaleza organizada y jerárquica, lo cual

implica el abandono definitivo de una substancia subyacente a la cual podamos acceder. Al alejarse de esta noción esencialista tanto del mundo como del pensamiento, estos autores plantean una fuerte crítica a los esquemas conceptuales, que son los que organizan e imprimen formas a la realidad; acompañan la afirmación de D. Davidson de que el único modo de hacer inteligible la actividad científica es desechando esta dualidad inherente al pensamiento del siglo XX, que como mínimo se remonta hasta Kant. Si bien esto es cierto, también es verdad que está lejos de ser resuelto. Tanto Hacking como Galison no logran salirse completamente de una cierta noción donde la racionalidad imprime 'algo' a lo real. Quien logra armar una visión de la ciencia con la que podemos salirnos de este esquema es Latour. Y aquí se evidencia una división en los autores que asumen la práctica: aquellos que rompen definitivamente con los planteamientos tradicionales en filosofía de la ciencia y aquellos que desean retomar esos problemas desde otra perspectiva.

No obstante, los identifica la defensa de un realismo, que podemos denominar realismo pragmático o experimental o tecnológico, del mundo material y de las prácticas en interacción. Es un realismo que acoge una posición materialista con respecto al mundo y con respecto a la acción humana. Propugnar un realismo no esencialista es una tarea compleja; en el caso de Hacking se ha intentado resolver por medio de criterios experimentales. En principio, una síntesis general de las propuestas de estos autores podría resumirse diciendo que ser realista no implica en ningún momento tener que ser un realista metafísico. No cabe duda de que es mediante los análisis de la práctica científica e instrumental que se aborda este tipo de realismo, pero tampoco cabe duda de que estos criterios no satisfacen plenamente a la comunidad filosófica. En este sentido, una vez más, lo que está en juego es el predominio de las argumentaciones teóricas por un lado, y, por otro, una ausencia de una nueva caracterización de otro tipo de racionalidad que no sea estrictamente lógica y deductiva.

Todos ellos tocan de alguna manera —por no poder encontrar otro término más adecuado— lo que se denomina en el lenguaje tradicional dimensiones anti-realistas.

Hacking se llama nominalista para destacar el modo en que concibe las representaciones teóricas: las percibe muy débiles, por lo menos, aquellas que atañen a los grandes sistemas teóricos. En este orden admite un cierto anti-realismo que está más centrado en la diversidad de la ciencia. Galison sostiene que es anti-anti-realista, para no confundirse con los realistas metafísicos ni con los anti-realistas de corte instrumentalista. Una vez más, se observa la necesidad de re-ordenar el mundo de nuestros conceptos y de nuestro lenguaje.

Hacking y Galison aspiran a lograr una imagen de la ciencia objetiva y, sin embargo, histórica. Al respecto, me parece útil la idea de Hacking de lo que es el conocimiento. Refiriéndose a los autores del siglo XVII, indica que mediante el modo en que ellos relacionaron el pensamiento, el lenguaje y la realidad, podemos comprender lo que entendían por conocimiento. De la misma forma, podemos decir que el conocimiento se torna objetivo por medio de la manera en que se relacionan en la práctica las diferentes variables que en un momento histórico dado conforman ese conocimiento. En otras palabras, entendiendo cómo es que nuestras prácticas teóricas y conceptuales en conjunción con nuestras prácticas experimentales e instrumentales se relacionan con la realidad. Hemos ya señalado que este modo no permanece estable, que no hay fórmulas fijas. Pero también se ha dicho que Hacking aspira a algo que pudiera ser estable, a través de su propuesta de los estilos de razonamiento. Lo que está claro es que de la práctica se deriva un devenir que obliga a la filosofía a re-considerar los modos en que entendemos la verdad y la objetividad. La ciencia, como cualquier actividad, está viva, y eso supone obligatoriamente admitir sus cambios.

2. PROBLEMAS QUE SE LE ABREN A LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Esta visión de la ciencia ha dejado abiertos varios problemas, ya indicados. Pero, tanto los problemas como las preguntas surgen de un escenario completamente diferente. Aquellos pensadores que han tomado la práctica como eje central han necesitado crear

una metáfora con respecto a cómo se obtiene el conocimiento, y también al modo de concebir la realidad del mundo y de la naturaleza.

Esa nueva metáfora descubre un mundo de indagaciones para la reflexión filosófica: ¿cómo es posible que estas subculturas, que tienen diferentes tradiciones y contextos, diferentes restricciones y posibilidades, logren un acuerdo entre sí? ¿podrá esta diversidad producir un relato coherente, realizar un ajuste o acuerdo, para que se pueda seguir hablando de fortaleza y estabilidad en las ciencias? ¿cómo desde la perspectiva de la diversidad de las prácticas logramos relacionar nuestros pensamientos y actos con el mundo?.

En resumen, una visión del mundo que considera una práctica inserta en contextos culturales e históricos, que no desconoce las diferentes dificultades que supone la actividad cognoscitiva, formula las preguntas de una manera muy distinta a una filosofía limitada exclusivamente al mundo de la representación.

Establecer las prácticas en contextos ocasiona mayores dificultades, ya que toma en cuenta una diversificación que hace complejo el análisis y puede tornarlo infructuoso. Encontrar un orden y una lógica histórica constituye un reto. Hacking, aun reconociendo la práctica experimental en el contexto cultural, ha preferido mantenerse en lo que pudiéramos llamar la lógica interna de la diversidad experimental, y denomina a este acuerdo 'la auto-justificación de las ciencias del laboratorio'. De esta manera, admite una cierta contingencia dada al inicio de una investigación, que condiciona el tipo de preguntas o la orientación que se escoja: esta puede estar determinada por asuntos tecnológicos, intereses militares o industriales, etc; posteriormente, el carácter contingente se detiene, y comienza la difícil empresa de lograr un acuerdo entre el pensamiento, nuestras prácticas experimentales y el mundo.

Si algo ha mostrado el estudio de la práctica científica es que el campo de posibilidades de pensamiento y de acción no está de antemano determinado. Esto ha

llevado a considerar diversos tipos de problemas. Señalaré tres que me parecen importantes. El primero de ellos es uno planteado por Hacking, expresado en un debate entre Pickering³⁷⁶ y Galison³⁷⁷ denominado ‘plasticidad y restricción’. Esta discusión parte de un ámbito común entre ambos autores que consiste en admitir la diversidad y heterogeneidad de las prácticas, así como la implicación de diferentes contextos a la hora de conformar un acuerdo o producto final entre esta diversidad indicada. Podríamos sostener que es una polémica ‘internalista’, en el sentido de que discurre sobre los elementos determinantes del acuerdo entre la elección de una teoría y la elección de asumir un argumento experimental como aceptable.

El otro problema que esbozaré atañe más a preguntas que a la formulación de un problema específico. Desde una perspectiva, tiene que ver con una nueva relación entre ciencia, historia y filosofía. Si se admite que la racionalidad, la objetividad y la verdad son históricas, la relación entre estas disciplinas adquirirá un carácter inseparable y debe establecerse alguna forma en que se relacionen. Desde otra perspectiva, conectada con la anterior, está relacionado con el hecho de que ciertos saberes dejan de tener una dimensión limitada y propia para dar lugar a una mezcla o interacción entre diferentes tipos. La reflexión filosófica de la práctica ha supuesto que acoja dimensiones de la historia de la ciencia, de la sociología, de la antropología y también fenómenos culturales. Está implícita, entonces, una ampliación del tipo de saberes para poder dar cuenta de un modo general cómo pensamos la práctica científica. Si antes los dominios de la lógica y del lenguaje fueron componentes esenciales para la reflexión filosófica, las interrogantes apuntarían hacia cuáles son los campos fundamentales que debemos incluir en esta nueva visión.

Por último, intento desarrollar el modo en que la práctica lleva a pensar sobre la responsabilidad que tenemos todos nosotros con respecto a la práctica científico-

³⁷⁶ Pickering, A., ‘Living in the Material World’ en D. Gooding (ed.), *op. cit.* y *The mangle of Practice, op. cit.*

³⁷⁷ Galison, P., *Image and Logic*, *op. cit.* y también en ‘Context and Constraints’ en Buchwald, J. Z. (ed.), *Scientific Practices*, *op. cit.*

tecnológica. En el capítulo V señalé, por ejemplo, que romper con una naturaleza esencial y admitir que ella se nos muestra como efecto, es decir, en tanto producto de nuestra intervención, nos remite a dejar de verla como algo extraño y la incorporemos a nuestro mundo, a un mundo humano. Nuestras acciones tienen efectos no sólo en la naturaleza sino también en el mundo social, y la práctica científico-tecnológica no está exenta de esta intervención. El tercer apartado pretende exponer, muy brevemente, algunas propuestas que relacionan la acción científica y la responsabilidad. Como una manera de comenzar a que esto pueda ser posible, se presenta un bosquejo de una propuesta de intervención, si bien no todos los sectores sociales están incluidos en ella, por lo cual remite específicamente a políticas científicas y tecnológicas, esto pudiera auspiciar, en el tiempo, un modelo que abarque otros ámbitos sociales en la toma de decisiones.

2.1 PLASTICIDAD Y RESTRICCIÓN

Pickering expone dos presunciones básicas: una es que los datos generados por la actividad experimental están infradeterminados y esto produce que el acuerdo entre el mundo de la teoría y el mundo de la experimentación esté altamente determinado por una gran plasticidad. La actividad experimental es altamente maleable, lo cual conduce a la otra presunción: los factores externos y sociales tienen un papel predominante en la decisión de qué tipo de teorías u objetos serán admitidos. Afirma, por ejemplo, que la aceptación de las teorías en torno a corrientes neutrales se debió a factores que no estaban condicionados por la práctica del laboratorio.

Pickering puede ser considerado un constructorista postmoderno cuando propugna que debe realizarse un análisis post-humanista y que a la hora de establecer pautas definitivas, debemos relacionar los diferentes factores humanos y no-humanos que intervienen en el conocimiento. Con esta idea se acerca mucho más a Latour y a Callon, aunque no completamente. En una de sus últimas obras,³⁷⁸ sin embargo, juzga que

³⁷⁸ Pickering, A., *The mangle of practice*, op. cit.

cuando se ve la práctica desde su emergencia de un tiempo real (y no desde análisis históricos con una unidad narrativa que obstaculiza apreciar la contingencia en su justa medida) hay mucha contingencia: no hay nada que pueda decidir de antemano cuáles serán los elementos que se impondrán en el ajuste, ni tampoco el tipo de resultado. En este análisis del ‘rodillo de la práctica’³⁷⁹ entran todo tipo de consideraciones: sociales, tecnológicas, las metas y objetivos humanos, a lo cual denomina la estructura intencional y que ciertamente hace una diferencia con respecto a la agencia del mundo material, razón por la que discrepa con Latour.

Con el tiempo, Pickering ha ido modificando un poco su noción de plasticidad, y ha pasado a hablar de ‘resistencia y acomodación’, con el reconocimiento de que la resistencia puede ser de cualquier tipo y que frente a eso, los humanos o las comunidades establecen un modo contingente de adaptación.

Pickering, mirando más allá de los tradicionales problemas cognoscitivos, se pregunta cómo es que hemos llegado hasta aquí a través de nuestras prácticas. Y esta es una interrogante con una perspectiva más amplia, que trasciende el problema del ajuste entre el mundo del pensamiento o de los mundos conceptuales y experimentales. Reconoce que ya no le intriga tanto cómo el conocimiento se relaciona con el mundo, sino que más bien quiere saber cómo las prácticas humanas y disciplinadas, entre ellas la ciencia tecnocientífica e industrializada, crean —en su hacer productivo y destructivo— este mundo. Por lo tanto, el interés de Pickering ha dejado de ser el problema del conocimiento; expresa una preocupación por cómo en el mundo contingente y maleable de nuestras prácticas puede haber tantos factores que se nos resisten, que se nos oponen y que no consienten cualquier tipo de acción.

³⁷⁹ Este es el término para traducir ‘The mangle of practice’ utilizado por López Cerezo, J. A., González, Marta I., y Luján, José. L., ‘El estudio social de la ciencia y la tecnología: Controversia, Fusión Fría y Postmodernismo’ en Alonso, A., Ayesterán, I., y Ursúa, N. (eds.), *Para comprender la ciencia, la tecnología y la sociedad*, Verbo Divino, Estella, 1996, págs. 207-231

En cambio, Galison indaga sobre inquietudes más kantianas: ¿cuáles son las restricciones del conocimiento? ¿cuáles son las posibilidades que nos permiten nuestras prácticas teóricas y prácticas? ¿cuáles son nuestros límites?. Porque, en definitiva, el problema de las restricciones bien puede ser visto como el problema de los límites del conocimiento humano que, en la propuesta de Galison, no serán exclusivamente teóricos y conceptuales, puesto que incluye los diferentes contextos y subculturas.

Alega Galison que su discrepancia con Pickering es fundamentalmente en lo concerniente a la maleabilidad; considera que hay muchas más restricciones que posibilidades. Pero, sobre todo, se niega a admitir que en determinado momento puede haber un factor —externo, en el caso de Pickering— que garantice que la teoría y el experimento entren en acuerdo de antemano. No acepta ni la propuesta de Pickering en cuanto a la maleabilidad y la contingencia, ni la de Hacking en lo que respecta a la auto-autenticación, es decir, a que a la larga las ciencias se validan a sí mismas a través de un estilo de razonamiento.

La comunidad científica no encuentra ni tiene asegurado con antelación cómo se van a ajustar la teoría y el experimento; así lo testifican mudamente muchas grandes teorías que han muerto en el camino. De manera que la práctica de la física se torna una práctica que satisface simultáneamente muchas restricciones de muy diversos orígenes.

Galison reconoce la utilidad de las restricciones en marcar límites. Por un lado, colocan ciertos puntos finales en esa complejidad y diversidad que constituye la práctica y que puede hacer que se termine hablando de todo sin definir con precisión nada. Por otro, ayudan a referirnos a un dominio de lo permisible sin recurrir al método científico, válido siempre y en cualquier lugar. Pero también con ellas se evita la representación de que las prácticas de laboratorio recaen puramente en fuerzas externas, y de este modo se puede silenciar el escepticismo.³⁸⁰ Ilustra esta reflexión con un ejemplo: a mediados de los ochenta, la comunidad de físicos de partículas estaba trabajando para decidir cómo

³⁸⁰ Galison, P., *Context and Constraints*, op. cit.

construir un detector masivo para el acelerador *Supercollider*. Había más de seiscientos físicos trabajando en el equipo de investigación; la decisión que tomaran determinaría el trabajo por varias décadas y costaría millones de dólares. Numerosos factores condicionaron el diseño: los determinados por el modo en que se establecía la descomposición de las partículas conocidas hasta ese momento, económicos, instrumentales y técnicos. De todos los elementos en juego, jamás se podría señalar uno como *la* causa de la decisión. Para lograr armar una explicación al respecto, se pueden agrupar los problemas y restricciones en un grupo homogéneo de límites internos y externos. No hay un solo elemento sino varios tipos de elementos que deben ser ponderados para poder tomar una decisión final. Un internalista trataría de encontrar en quarks y leptones, cálculos y modelos, los factores condicionantes de la elección. Un externalista se apoyaría en el instrumento tecnológico y en las razones externas. Desde el análisis de los contextos se puede acceder a lo que sucede en la práctica, comprendiendo las múltiples restricciones que tienen los teóricos, los constructores de instrumentos, los técnicos y los experimentadores para tomar decisiones acerca de argumentos científicos.

B. Baigrie³⁸¹ opina que la discusión entre Pickering y Galison se puede ver como una discusión entre Durkheim y Weber, es decir, una discusión entre dos grandes sociólogos. Galison representaría a Durkheim cuando enfatiza las dimensiones restrictivas de la práctica y del mundo. Pickering encarnaría a Weber al señalar la acción mediante los deseos e intereses humanos. Ambos puntos de vista son fructíferos para realizar análisis que nos ayuden a comprender la práctica experimental. En todo caso, lo que me interesa destacar es que el escenario de los problemas filosóficos ha cambiado radicalmente; que estas discusiones llaman la atención sobre problemas cognoscitivos y ontológicos importantes, pero que estos no se realizan, como los debates anteriores, fuera de contexto. Este modo de considerar las discrepancias admite la historicidad del conocimiento, lo cual supone aceptar de forma indefectible un conjunto de prácticas insertas obligatoriamente en contextos. Se asume que nuestro conocimiento es histórico: que el modo que conocemos está enmarcado en prácticas culturales. En definitiva, este

³⁸¹ Baigrie, B., 'The View from the Tabletop' en *Scientific Practices*, op. cit.

tipo de debate nos revela que la preocupación ha dejado de ser exclusivamente cognoscitiva o epistemológica, y que incluso para responder a cuestiones epistémicas hay que tomar en cuenta otras variables.

2.2 RELACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA CON LA HISTORIA Y OTROS SABERES

He dicho que una posibilidad de complementar a Hacking es la propuesta de Galison. Esto se debe a que Galison, en tanto historiador de la ciencia, elabora un tipo de narración que señala cuáles fueron las variables concretas que llevaron a los científicos a considerar que tenían ante sus ojos un efecto. Por ejemplo, en el caso del pión, Galison presenta los argumentos experimentales y teóricos suficientes para admitir la existencia de esa partícula. De este modo, la relación entre historia de la ciencia, prácticas científicas y filosofía se torna si no problemática, al menos difícil para distinguir sus dominios. Y sin lugar a dudas, exige por parte de la filosofía una especificidad y localidad mucho mayor con respecto al tratamiento de los problemas.

Hacking hace notar la diferencia en las funciones desempeñadas por el historiador y el filósofo: el primero narra cómo adviene el conocimiento objetivo, el segundo intenta describir las técnicas que adquieren autonomía con respecto a determinados tipos de emergencia. Estas técnicas auspician una reflexión, no siempre garantizada, sobre cómo es que conocemos el mundo y sobre lo que hasta el momento sabemos que existe. Y es que, como he referido, las técnicas que establecen lo que es objetivo no siempre son estables. Reconocer que la racionalidad es histórica implica admitir la emergencia de diferentes estándares de objetividad, verdad, racionalidad, a través del tiempo y en las diferentes ciencias. Hacking, valiéndose de los estilos de razonamiento, intenta mostrar una vía para evidenciar algún tipo de lógica o racionalidad que subyace en la práctica experimental o en las ciencias de laboratorio. Para ello habría que precisar sus características, y esto no ha sido logrado hasta los momentos.

Pero Galison sí nos muestra el modo en que adviene una objetividad o un tipo de racionalidad histórica. Y lo logra haciéndonos notar no el tipo de elementos en una práctica, sino cómo hemos llegado a decir que determinados procedimientos son los razonables. El análisis de la ciencia bajo la mirada de la práctica ha indicado que lo razonable accede al ser, que no ha estado ahí desde siempre y que no hay un único modo de establecer categorías como la verdad, la objetividad, la racionalidad. Significa que los cánones o criterios por medio de los cuales legitimamos argumentos experimentales y teóricos, y aceptamos que determinados objetos existen en el mundo, han variado.

La tarea de la filosofía consistiría en conceptualizar la objetividad, en otorgar una abstracción y una generalización que no la da ni la actividad del científico ni la actividad del historiador, pero cuyas referencias son impescindibles. Desde esta perspectiva parece que se ha conformado un *locus* común entre historia, ciencia y filosofía. Hacking intenta buscar una racionalidad *a priori* subyacente; Galison piensa que el historiador nos aportaría estándares históricos de demostración y que la filosofía se interrogaría acerca de cómo se establecieron las restricciones, quiénes y por qué las sostuvieron, por qué dejaron de ser. Historia y Filosofía: ¿son separables estos dominios, o se ha abierto un nuevo campo de reflexión que impide tal separación?. Al respecto, Ordóñez³⁸² expresa que admitir la historicidad supone comprender las prácticas científicas en contextos, es decir, que historia y cultura no pueden separarse. Y advierte que es el único modo de comprender nuestro presente. Esta idea será importante en lo pertinente al tema de la responsabilidad, tratado en el siguiente apartado.

Por lo cual también cabe preguntarnos: ¿podemos, una vez instalados en la historicidad, separar la filosofía de la historia y de la práctica? ¿la tensión entre ciencia, historia y filosofía debe mantenerse, resolverse o disolverse?. Por otra parte, ¿es posible separar las prácticas científicas de los contextos culturales en los cuales se desarrollan?. Al incorporar la práctica científica en tanto práctica cultural parecería que se deben tomar en cuenta los diversos componentes de la cultura en los que se inserta. Esto implica

³⁸² Ordóñez, J., *Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias*, op. cit.

incorporar en nuestra reflexión filosófica diferentes aspectos de nuestra cultura, a la vez que, de alguna forma, diferentes saberes. Quizás por este motivo es que señala Ordóñez:

La triste solución temprana a nuestro conflicto cultural más patético, el de la escisión de nuestro mundo entre lo científico y lo humano [...] Precisamente una característica de nuestro final de milenio es la necesidad de esos puentes entre discursos que aparentemente divergen pero que realmente se necesitan para su legitimación.³⁸³

Una filosofía dominada por la representación, como observa Hacking, se dedicaba al estudio de las normas lógicas de la razón. Ella constituía una especie de lugar ante el cual se evaluaba el método científico, la objetividad y la verdad. Al asumir una racionalidad histórica, estos conceptos dejan de tener un estatuto atemporal y pasan a ser nociones que cambian y evolucionan con la práctica científica. ¿Puede la filosofía de la ciencia mantener los mismos objetivos? ¿desplazarán de su sitio prominente la historia, la sociología, el mundo de la cultura a la lógica y al lenguaje?. O, por el contrario, ¿debemos aceptar que ellas se sumen al conjunto de la diversidad de disciplinas?

2.3. ACCIÓN Y RESPONSABILIDAD

En los inicios de esta disertación establecí dos escenarios posibles para ubicar el pensamiento de Hacking: uno de ellos era el debate entre nominalistas y esencialistas, el otro, ‘las guerras de la ciencia’. En el marco de este último escenario se suscitaron, y no siempre del modo más conveniente, muchas posiciones radicales que han dado pie para llevar a un primer plano la relación entre la ciencia y la política, con dos dianas centrales a las que apuntó la discusión.

Por un lado, el debate encontró en la visión esencialista de la ciencia un territorio adecuado para fomentar la discusión, puesto que esta perspectiva no sólo supuso la concepción de una naturaleza dada y organizada, sino también la de un pensamiento que se dirige a ese mundo ya dado. En gran parte, esta visión ha sido la enarbolada por la

³⁸³ Ordóñez, J., *La melancolía de Prometeo. Una metáfora para la ciencia y la tecnología de final de siglo*, Espacios Unión, Caracas, 1999

historia y la filosofía de la ciencia, y ha contribuido a que se apreciara a la ciencia como algo ajeno al mundo humano, aislado de la cultura, fuera de contexto. Por otro lado, una turbulencia causada por los sociólogos de la ciencia que llamaba la atención sobre las condiciones de emergencia (sociales, políticas y culturales en general) de todo conocimiento, vino a incordiar el sereno mar de todos aquellos —tanto científicos como filósofos— que pretendían que la ciencia encarnara algo diferente al resto de los demás conocimientos: ella podía otorgarnos una seguridad indiscutible, un punto de apoyo incuestionable, que no era capaz de darnos ningún otro tipo de conocimiento ni de actividad.

En consecuencia, el encuentro de las palabras *política* (cuya sola mención nos remite a diversos campos semánticos relacionados con la inestabilidad, inseguridad, con intereses en general turbios) y *ciencia* (con ecos significativos opuestos: *episteme*, racionalidad, seguridad, fundamentación, lógica, objetividad, etc.) generó una guerra, un llamado a las armas. A lo largo de los últimos treinta años parece que los bandos enfrentados acuerdan algunos puntos de conciliación, y recién está empezándose a establecer la agenda que merece ser discutida. Como ya comenté anteriormente, es probable que, a lo sumo, esta guerra lleve a darnos cuenta de que detrás de cuestiones epistémicas hay problemas metafísicos, y que detrás de estos hay asuntos éticos y morales, es decir, hay valores.

Al respecto, creo que el análisis de B. Latour³⁸⁴ aporta criterios de referencia para que nos expliquemos este proceso. Me parece importante que encontremos líneas de trabajo para reflexionar en cuanto a la relación de la ciencia con la política. Quizás debamos redefinir ambos términos. Latour considera que la división tajante entre ellos tiene su origen en la cultura griega, y supone un pacto que nunca hemos puesto en entredicho hasta ahora. Este pacto ha estado determinado en gran parte por miedos que continúan subyaciendo en los enfoques modernos. Uno de estos miedos consiste en perder el contacto con la realidad; el otro, lo ha denominado ‘miedo al imperio de las

³⁸⁴ Latour, B., *We have never been modern*, op.cit. y *La esperanza de Pandora*, op. cit

masas'. Plantea Latour que en el *Gorgias* de Platón podemos ver expuesto el modo en que Sócrates y Calicles comparten el mismo temor. La interpretación que hace de este diálogo es que, a pesar de las múltiples discrepancias que presentan Sócrates y Calicles, ambos comparten un pacto —no dicho— que consiste en admitir que si la razón no se impone, la simple fuerza gobernará; ambos parten de que existen leyes impersonales de la naturaleza que prevalecen por encima de la irracionalidad, la inmoralidad y el desorden político. Por lo tanto, subrepticamente, se va imponiendo a lo largo del diálogo la existencia de dos órdenes: la democracia y la demostración geométrica. «Lo que he denominado pacto entre Sócrates y Calicles ha resultado ser la causa de que el cuerpo político sea incapaz de digerir simultáneamente los dos inventos.»³⁸⁵

De esta manera surge una oposición entre el conocimiento experto (la demostración geométrica) y el saber político, que no puede dar cuenta de ningún tipo de experticia y que cuando existe como poder, debe enfrentarse con un alto número de personas, resolver para muchos, con poco tiempo para decidir y sin poder apelar a leyes impersonales.

Tanto para Calicles como para Sócrates la democracia es un escándalo. Por un lado el conocimiento apodíctico, necesario y por otro, el pragmático, es decir, lo que en cada momento conviene hacer. Aquí, en este diálogo, la epistemología ha exhibido un acto de fuerza: expulsa a los sofistas de la filosofía y al pueblo llano del conocimiento riguroso.³⁸⁶

Para Calicles, los hombres que se dedican a la vida política son hombres valientes que persiguen sus políticas hasta el final sin perder los nervios; Sócrates no concibe esta forma de proceder, por lo tanto se dedica a destruir los medios que permiten practicarla. Latour hace ver que en política no tenemos la prueba, la retrospectiva, la repetición experimental, el avance, sólo tenemos la ocasión; nunca hay un conocimiento de causa y

³⁸⁵ Latour, B., *La esperanza de Pandora*, op. cit., pág. 261

³⁸⁶ *Ibíd.*, pág. 277

consecuencia, pero no existe otro modo de hacer política. Sócrates exige de ella lo que no tiene ni puede tener: conocimiento racional de lo bueno y de lo malo.

Por lo tanto, de lo que se trata, según Latour, es de que incorporemos ambos beneficios de la cultura griega sin despreciar a ninguno. Se debe asumir el cuerpo político como un cuerpo que puede integrar nuestro modo de concebir una vida buena. Latour juzga que ‘las guerras de la ciencia’ han surgido porque el pacto entre política y ciencia ha sido cuestionado. En esta dinámica de debate, ambas nociones deben cambiar. Es necesario separarnos de esa imagen de la ciencia como de algo que descubre el mundo objetivo, impersonal e inhumano, para asumir una ciencia que puede ser representada en público con toda su bella originalidad, es decir, como aquello que establece conexiones nuevas e impredecibles entre lo humano y lo no humano, modificando así y de forma profunda la composición del colectivo. Y con respecto a la política, debemos elaborar una definición como aquello que reúne las estrellas, las vacas, los priones, los cielos y las gentes en la tarea de hacer que este colectivo sea un ‘cosmos’, en lugar de un indisciplinado caos.³⁸⁷

A mi juicio, los análisis de la actividad científica realizados por sociólogos, constructivistas, filósofos de la ciencia, historiadores, etc. han sido el vehículo por medio del cual se ha cuestionado una separación tajante entre ciencia y política. La práctica científica, al dirigir la mirada sobre el papel de los sujetos en ella, y más allá de ocuparse de asuntos ontológicos y epistémicos (lo que podríamos llamar ‘estudios internos de la ciencia’), se detuvo a indagar sobre el lugar y la función de la intervención: los científicos toman decisiones no sólo en su interacción con la naturaleza sino también en muchos otros ámbitos. Hemos mirado sobre nosotros y sobre la responsabilidad que tenemos en lo que concierne a la naturaleza y a las aplicaciones científico-tecnológicas, así como a las respectivas transformaciones en nuestro mundo natural y social.

³⁸⁷ *Op. cit.*

Los análisis de la práctica científica han tornado difusos los espacios y dicotomías establecidos por mucho tiempo, como son la relación sujeto-objeto, externo-interno, naturaleza-sociedad. La actividad realizada por los científicos contribuye a esfumar la distinción entre estos espacios, estableciendo una especie de continuidad o de interacción en los cuales se entretajan múltiples elementos y donde no siempre es fácil establecer separaciones.

Se puede llegar a afirmar, siguiendo a Latour, que estas dicotomías han sido una elección; que son brechas que la filosofía ha intentado continuamente superar, pero que ha ignorado siempre el acto de la ruptura en sí mismo: la filosofía ha negado la acción previa de la ruptura para luego intentar resolverla. Aunque esta propuesta es ciertamente muy radical, estas dicotomías son muy difíciles de mantener para los que han intentado comprender la ciencia desde su práctica. Lo que me interesa destacar, en todo caso, es que la práctica científica conduce necesariamente a tomar en cuenta no sólo la ciencia en cuanto conocimiento del mundo, sino también todos los elementos que se entretajan en este conocimiento; esto obliga a ir poco a poco incorporando más y más elementos. Al final de este recorrido, indefectiblemente llegamos a encontrarnos con problemas que atañen a nuestras sociedades y a nuestro modo de ver la ciencia y la política. Y siempre habrá en el camino puntos que nos inviten a detenernos, pero lo que me parece importante es que supone una detención elegida y no una detención obligada. Si continuamos, llegamos a la relación ciencia, sociedad y política.

Hacking sostiene que la filosofía actualmente debe ocuparse tanto de las creaciones internas de los especialistas como de nuestro lugar en el mundo, de todos los movimientos externos que contaminan nuestra cultura. La práctica científico-tecnológica ha traspasado el espacio del laboratorio. Los análisis de la relación entre ciencia y tecnología, calificada por Ordóñez como ‘una alianza incompleta’,³⁸⁸ han repercutido

³⁸⁸ Ordóñez, J., *Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias*, op. cit.

³⁸⁹ *Ibíd.*

también en el mundo de lo posible y de lo realizable, develando muchas posibilidades, pero también otras tantas vulnerabilidades.³⁸⁹

Si bien es cierto que Hacking ha llamado la atención sobre la enorme capacidad de la ciencia en lo que toca a la resolución de problemas y a la transformación del mundo, nunca le dedicó un apartado exclusivo a este tema. Pero hay diversos autores³⁹⁰ que aprecian, como uno de los problemas más importantes de reflexión, el hacer científico y tecnológico, transformador de la naturaleza, de nuestro entorno social y material, que ha generado profundos cambios en nuestra vida, y que ha devenido un elemento importante de la práctica social. En torno a estas consideraciones, acota Ordóñez:

Incluso cuando nos sentimos optimistas, reconocemos necesario hacer un llamado a la prudencia, a la contención, a la mesura. Como si hubiéramos descubierto que nuestro saber, esa fabulosa acumulación de conocimiento de los últimos tres siglos, tiene unos claroscuros que no se pueden ignorar; que es necesario hablar de ellos, ponerlos de manifiesto para revisar aquella alianza fundacional, aquella Restauración de derechos primordiales que servía no sólo para desentrañar supuestamente los secretos más íntimos de la naturaleza sino además para usarlos.³⁹¹

Soslayar estos claroscuros de cómo se entretajan los diversos caminos de la ciencia es ignorar nuestra responsabilidad ante ella; es percibirla como si fuera un organismo autónomo, independiente. Mientras más se ignora algo, más se percibe su presencia como un poder ajeno a nosotros.

No obstante, esta ignorancia ha ido sucumbiendo ante una creciente visibilidad de los científicos, que no habían tenido anteriormente;³⁹² están más presentes que nunca, tienen un lugar en la sociedad, actúan con voz propia y toda afirmación que contiene el adjetivo de ‘científico’ connota una importancia enorme en los ámbitos de la cultura y de

³⁹⁰ Pickering, A., Latour, B., Ordóñez, J. y Echeverría, J.

³⁹¹ Ordóñez, J., *Encuentros filosóficos hacia el tercer milenio. La melancolía de Prometeo*, op. cit.

³⁹² Ordóñez, J., *Ciencia, tecnología e historia*, op. cit., pág. 90

las relaciones sociales. Por otra parte, la relación de la ciencia y la tecnología posee una fuerza cognitiva extraordinaria; la ciencia ha pasado a formar parte de nuestro vocabulario, de nuestra escala de valores y del mundo de nuestras esperanzas.³⁹³

En cuanto al alcance de esta responsabilidad, advierte Echeverría que «una cosa es decir que la investigación científica debe ser libre y otra muy distinta afirmar que los resultados de dichas investigaciones pueden ser aplicados libremente para transformar el mundo».³⁹⁴ La tarea de establecer el modo en que podemos asumir la responsabilidad no corresponde sólo a los científicos, como lo observa Ordóñez:

En las relaciones entre ciencia y política y ciencia y opinión, lo en verdad importante son los caminos que han quedado sin recorrer pero no por las teorías científicas sino por las actitudes públicas [...] Es responsabilidad de toda una sociedad determinar el modo en que de algún modo queremos que sea nuestro mundo. No vamos a decidir por votación si el atomismo de Rutherford era cierto o no, pero sí podemos decir qué programas científicos queremos apoyar y cuáles no; qué desarrollos tecnológicos nos parecen razonables y cuáles no en función de lo que en realidad es nuestro mundo. Esos sí que son asuntos políticos, y si no entran a formar parte de nuestra cultura política, permanecemos en el siglo XX, pero si lo hacen, habremos avanzado al siglo XXI. Dejemos hablar a la historia en ese sentido.³⁹⁵

Esta reflexión nos invita a pensar en un modo de actuar, en una teoría de la acción que permita la intervención por parte de la comunidad en la práctica científico-tecnológica y en sus aplicaciones y transformaciones. Según Latour, los estudios de ciencia y los estudios de la práctica han mostrado que las brechas y dicotomías establecidas por la modernidad no son tales. A través de la práctica, lo que ha sucedido es que hemos *tocado* a los hechos y a las creencias; y así, lo humano y lo no humano deja de ser lo que ha sido durante tanto tiempo.³⁹⁶

³⁹³ *Op. cit.*

³⁹⁴ Echeverría, J., *Ciencia y valores*, op. cit., pág. 163

³⁹⁵ Ordóñez, J., *Ciencia, tecnología e historia*, op.cit., págs. 107-108

³⁹⁶ Latour, B., *La esperanza de Pandora*, op. cit., pág. 344

Latour y Echeverría sostienen que es necesaria una teoría de la acción, la cual contribuirá a hacer ineficiente la dicotomía de sujeto y objeto. Ambos coinciden en que para plantearnos una nueva teoría de la acción, se deben abandonar determinados modos conceptuales de pensar; en definitiva, para pensar de otra manera se requiere otro tipo de instrumentos conceptuales. Mas, para Latour, acabar para siempre con esa dicotomía no es fácil;³⁹⁷ nos hemos acostumbrado por mucho tiempo a pensar en esos términos, que son en realidad muy kantianos. La mente kantiana construye casi todo, pero con una constricción: hay un contacto experiencial, aunque reducido a un mínimo. Posteriormente, el yo trascendental fue sustituido por la sociedad, lo cual alejó aún más al yo de la realidad exterior debido a que no sólo estaba encerrado en sus propias categorías sino que además tenía todos los prejuicios sociales. Y así la modernidad continuó colocando, cada vez más, brechas entre el sujeto y el objeto.

En consecuencia, en la solución moderna, los objetos quedan alojados en la esfera de la naturaleza y los sujetos en el ámbito de la sociedad.³⁹⁸ Y la ilusión básica de la modernidad fue la creencia de que cuanto más crezcamos, más separados estarán la subjetividad y la objetividad, lo que daría lugar a un futuro radicalmente diferente de nuestro pasado: la idea de progreso se encuentra inseparablemente unida a la dicotomía sujeto-objeto. La vía que propone Latour es que hay que encontrar la manera de modificar la proposición 'la ciencia y la tecnología permiten que las mentes se separen de la sociedad, alcancen la naturaleza objetiva e impongan un orden sobre la materia eficiente.'³⁹⁹

Igualmente, Echeverría se despidió de una filosofía sustantiva y de una ciencia primera. Desea trabajar con las ciencias segundas y prefiere una propuesta que esté basada en una axiología y no en una ontología:

Ni las diversas ciencias se subsumen las unas a las otras, y mucho menos en una pretendida ciencia primera, ni más en concreto, los valores de la

³⁹⁷ *Op. cit.*

³⁹⁸ *Ibid.*, pág. 231

³⁹⁹ *Ibid.*, pág. 232

ciencia son entidades que puedan ser analizadas en base a la distinción entre géneros y especies [...] ‘los valores no son, valen’ [...] [esto] distingue claramente la axiología de la ontología.⁴⁰⁰

Aunque las propuestas de Latour y Echeverría no concuerdan plenamente, quiero señalar sus puntos afines, necesarios para formular otro modo de pensar. Ambos respaldan el abandono de una posición esencialista y llaman a tomar la acción de la ciencia y la tecnología como un punto de partida que pudiera ofrecer la posibilidad de actuar más allá de ella. Por esta razón comparten la idea de que hay un ‘saber hacer’ de las ciencias. Esto lleva a Echeverría a exigir una filosofía de la práctica científica más que una filosofía del conocimiento científico, y con ello dice adiós a la filosofía sustantiva y a una epistemología, admitiendo que el conocimiento resulta de la acción. Piensa que la axiología establece desde el inicio otro vocabulario que permite incluir al sujeto y al objeto como componentes de la acción, con lo que se supera, al menos en parte, la dicotomía.⁴⁰¹

Latour, por su parte, insiste en que la acción no es lo que la gente hace, sino ‘el hacer-hacer’, lo alcanzado en conjunción con otros muchos, en ocasión de un acontecimiento y gracias a las específicas oportunidades que proporcionan las circunstancias.⁴⁰² Conjetura que si aceptamos los ‘fatiches’,⁴⁰³ si abandonamos la dicotomía de sujeto y objeto, y la consiguiente noción de progreso, cambiarían tres aspectos: la definición de acción y de dominio; la línea divisoria entre un mundo físico ahí, afuera y un mundo mental ahí, adentro, y las definiciones correspondientes a los conceptos de *cuidado* y *cautela*, junto con las instituciones públicas que harían gala de ambas cosas: «La razón por la que uno debería cuidarse siempre de los fatiches es que sus consecuencias son imprevisibles, que el orden moral es frágil y que el orden social es

⁴⁰⁰ Echeverría, J., *op. cit.*, pág. 35

⁴⁰¹ *Ibíd.*

⁴⁰² Latour, B., *op. cit.*, pág. 238

⁴⁰³ *Fatiché* es el vocablo que utiliza para reunir en una palabra y en una realidad tanto los hechos como las creencias; intenta lograr un vocabulario que anule la distinción de cada uno de ellos por un lado, y también, que anule las distinciones aceptadas de lo real como autónomo y lo fabricado como artificial o no real.

inestable». ⁴⁰⁴ En este sentido, las preguntas que debemos hacernos son: ¿cómo podremos tener en cuenta a tantos humanos y a tantos no humanos?, y también, ¿estáis dispuestos, y al precio de qué sacrificios, a vivir juntos una vida agradable?. ⁴⁰⁵

2.4. UNA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta de Echeverría, más allá de presupuestos teórico-filosóficos importantes, escapa de una retórica filosófica al plantear modos concretos y efectivos para enterarnos de cómo ponderamos determinadas decisiones. Expone un modelo de intervención y un marco conceptual cuyo objetivo es indagar los presupuestos axiológicos ligados a las acciones científicas. ⁴⁰⁶ Desde esta perspectiva, de lo que se trata es de asumir las acciones científicas como objeto de reflexión y establecer cuáles son los valores que las guían. Galison sostiene que al momento de decidir (el ejemplo del *Supercollider*) se colocan todas las dificultades en una serie homogénea, para, así, ir ponderando cada una de ellas en relación con una decisión de conjunto. Del mismo modo, Echeverría piensa que mirando las acciones científicas podemos observar los valores que las rigen.

La axiología de la ciencia se inscribe, de esta manera, en los estudios metacientíficos porque toma la ciencia y los valores de la ciencia como su objeto de estudio, aunque también admite la existencia de la tecnociencia. La actividad de la tecnociencia está dirigida por valores distintos a los que caracterizaron a la ciencia moderna —la búsqueda de la verdad y el dominio de la naturaleza—, que continúan estando vigentes. Ha habido una revolución tecnocientífica y con ella un cambio de valores: la tecnociencia ha modificado la ciencia, la actividad tecnológica, industrial y militar, y ha hecho que estas comunidades se relacionen entre sí, rompiendo de esta manera la tradición clásica entre lo interno y lo externo, que, por otra parte, es lo que ha

⁴⁰⁴ Latour, B., *op. cit.*, pág. 346

⁴⁰⁵ *Ibid.*, pág. 356

⁴⁰⁶ Echeverría, J., *Ciencia y valores*, *op. cit.*

mostrado todo el trabajo de la práctica científica.⁴⁰⁷ Tanto la ciencia como la tecnociencia luchan contra los disvalores básicos, transforman el mundo para modificar positivamente los problemas del hombre, pero como sostiene Echeverría, la praxiología, es decir, el incrementar la capacidad de acción, puede ser creativa y desarrollar valores positivos, como destructiva y generar disvalores. No hay bienes sin males. Por ello, este autor se propone desarrollar un modelo instrumental que permita el incremento de valores positivos, aun admitiendo que no es una tarea fácil.

Caracterizaré sólo algunos de los aspectos de la axiología, a los efectos de mostrar cómo a través de ella se puede establecer un modelo de acción. Esta axiología es *formalizadora*, lo cual supone suprimir el análisis de los valores en general. La formalización aspira a establecer criterios de evaluación para apreciar los valores como funciones que se aplican a las acciones científicas o que caen sobre ellas,⁴⁰⁸ no como significados por sí mismos, noción que toma de Frege. Un valor (la precisión) cambiará de significado según se aplique a una persona, a un aparato, a un resultado, en definitiva, al tipo de argumento. Creo necesario destacar la relevancia de esta posición y la necesidad que de ella tiene la práctica científica: de este modo se pueden concebir los valores en un mismo estatuto de igualdad, lo que se denomina paridad de valores. Con esto se logra no dar prioridad a ningún valor específico a la hora de tomar decisiones o de aceptar acciones o argumentos. Pero, a la vez, nos obliga a pensar de un modo flexible en los valores, no dando por sentado cuáles son los que efectivamente rigen las acciones. Por otra parte, la formalización permite una ponderación numérica que contribuye también en el modelo de intervención.

También es *meliorista*: por un lado, la axiología no se limita a describir ni analizar y reconstruir procesos de evaluación, sino que ha de ser capaz de criticarlos e intervenir en ellos, mejorándolos,⁴⁰⁹ con lo cual aspira a transformar la actividad científica. La idea de una teoría meliorista se opone a un aspecto fundamental como es la

⁴⁰⁷ Echeverría, J., *La Revolución Tecno-científica*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2003

⁴⁰⁸ Echeverría, J., *Ciencia y valores.*, op. cit., pág. 120

⁴⁰⁹ *Ibíd.*, pág. 20

maximización de los valores, esto es, el tratamiento de los valores de modo absoluto. Una teoría meliorista toma en cuenta más bien la *satisfacción* de un valor. Y no sólo esta propuesta se interesa, como Giere, por los valores que satisfacen la elección de las teorías, también los busca en los instrumentos, en la selección de datos, en las aplicaciones de la tecnociencia.

Los científicos continuamente en su actividad cotidiana sopesan alternativas posibles, toman decisiones y eligen un modo de acción específico. Pero las decisiones no se rigen por una maximización de ninguna función de utilidad, sino por una satisfacción gradual de los diversos criterios de valoración. Desechando el acceso a una opción única, la idea es ir restringiendo el conjunto de opciones satisfactorias mediante la sucesiva introducción de nuevos criterios de evaluación. A este proceso Echeverría lo denomina criba axiológica, y será la base para su propuesta de un modelo de racionalidad valorativa. Los procesos de evaluación son paulatinos y dados por descarte; para elegir entre varias opciones aceptables, a veces se introducen criterios adicionales de valoración en función de cuestionar alguna de estas opciones. Hay grados de satisfacción.

Se ha dicho que los estudios de la práctica llevan a que se mire la responsabilidad de nuestras acciones. También se ha reconocido que la actividad científico-tecnológica modifica sustancialmente nuestra sociedad y, con ello, nuestros modos de vivir. Esto remite a su vez a admitir que, en mayor o menor grado, la tecnociencia está relacionada con la política. No es poco frecuente la desconfianza con respecto a la práctica tecnocientífica, el rechazo por parte de la ciudadanía.

Esta situación no puede más que alentar la necesidad de establecer un espacio de reflexión en torno a este problema y, también de impulsar la posibilidad de evaluar e intervenir, en mayor o menor medida, en esta práctica. Es, en este sentido, que las matrices de evaluación pueden ser un instrumento idóneo para poder comenzar a ejercer una acción responsable.

2.4.1. MATRICES DE EVALUACIÓN

Echeverría propone matrices para evaluar situaciones y cambios que se van originando a partir de la práctica científico-tecnológica. Si la ciencia incrementa la capacidad cognoscitiva, la tecnociencia incrementa la capacidad de acción, transforma radicalmente el espacio de capacidades, generando poder.⁴¹⁰ Ahora bien, toda acción tiene un agente (plural) que actúa sobre algo, pero este algo puede ser otro agente, la naturaleza o cualquier otro elemento. De este modo, se identifican los componentes de cada acción. Como ya se ha explicado, existe una paridad formal de los valores, lo cual permite establecer las matrices de evaluación. Los científicos no recurren a juicios de valor sino a protocolos de evaluación que designan cantidades concretas: puntuaciones, calificaciones, ponderaciones. Las matrices de evaluación son representaciones numéricas que constituyen el instrumento para evaluar las acciones así como también la posibilidad de la intervención. En este acto se constata que los científicos proceden por cribas sucesivas de un conjunto de valores. Se cumplen cotas mínimas para satisfacer valores, y máximas para los disvalores, y a esto se le llama criba procesual. La criba reduce el número de acciones posibles. Echeverría aclara los objetivos de este proceso:

Lo que me interesa de todo esto es que aún siendo abstracto en su formulación tiene consecuencias relevantes para intervenir en las acciones científicas con el fin de modificarlas y mejorarlas. Por ejemplo, son la base de una política que permita prevenir riesgos antes de actuar o paliar daños después de haber actuado. Y aquí tendremos la intervención axiológica.⁴¹¹

Se tratará de incrementar los valores positivos y menguar los valores negativos. Si intentamos, por ejemplo, evaluar riesgos en las acciones científico-tecnológicas determinadas por acciones empresariales o militares, hay una probabilidad de que se pudieran mejorar, es decir, de que se pudiera intervenir de algún modo para que la acción que se ha de tomar implique menos riesgos. Lo que es un valor para un subsistema de valores es un disvalor para otro. La ciencia ha sido y es capaz de luchar contra disvalores

⁴¹⁰ Echeverría, J., *La Revolución Tecnocientífica*, op. cit.

⁴¹¹ Echeverría, J., *Ciencia y valores*, op. cit., pág. 177

básicos y por tal razón se ha convertido en un factor importante de transformación del mundo, de manera que lo que interesa es delimitar vínculos e intersecciones entre unos y otros valores.⁴¹² Lo que es inadecuado es que sigamos excluyendo de la actividad científica estos valores. Estamos ante un proceso de búsqueda de lo bueno, y en dicho proceso la filosofía tiene una misión clara que cumplir.

El proceso que analiza Echeverría llama la atención sobre puntos importantes. Uno de ellos es que la filosofía además de ser un espacio posible de reflexión en torno a la práctica, sea también un espacio que permita proponer acciones concretas de intervención frente a la tecnociencia. Otro punto es que se admita la tecnociencia como un hecho de las actuales sociedades contemporáneas, y en consecuencia, se asuma que debemos ser capaces de evaluar estos procesos, sin ignorarlos y situarlos ajenos a nosotros.

Esta propuesta es un inicio de trabajo que aquí apenas hemos esbozado. Aunque se sostiene que en el contexto de evaluación, los usuarios deben intervenir en ella, no se establecen modos concretos en que esto pueda de hecho suceder. Lo que es indudable es que la posibilidad de encontrar un medio, un instrumento, en este caso las matrices de evaluación, por el cual seamos capaces de considerar el tipo de ponderaciones que realizamos o que realizan determinados agentes, es un buen comienzo.

Sin embargo, creo una vez más con Latour, que ese proceso de reconocer el tipo de evaluaciones y ponderaciones que realizamos está sujeto a lo que él denomina el problema del dominio. Si algo ha mostrado el estudio de la práctica, es que siempre se ha necesitado algún tipo de estatuto que pueda dar cuenta de todo lo demás.

Romper con un mundo esencialista es mucho más complejo de lo que imaginamos, porque supone no sólo aceptar el continuo devenir sino también aceptar nuestra

⁴¹² *Op. cit.*

responsabilidad en el modo en que lo afrontamos. En cierta forma, tener amos ha sido también una elección.

Muchas veces hemos intercambiado los amos. Hemos pasado del Dios creador a la naturaleza sin Dios, de ahí al *homo faber* y más tarde a las estructuras que nos hacen actuar, a los ámbitos discursivos que nos hacen hablar [...] y que se comportan como campos de fuerzas anónimos en los que todo se disuelve, pero aún no hemos intentado *no tener amo en absoluto*.⁴¹³

⁴¹³ Latour, B., *op. cit.*, pág. 357

- ABBAS, A. K., A. LICHTMAN y J. S. POBER (1995): *Inmunología celular y molecular*, McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid.
- ACKERMANN, R. (1985): *Data, Instruments and Theory*, University Press, Princeton.
- ALBERTO, E., J. ORDÓÑEZ y M. COLUMBI (comps.) (1998): *Después de Newton: Ciencia y Sociedad durante la Primera Revolución Industrial*, Anthropos, Barcelona.
- ÁLVAREZ R., A. (2002): 'Entrevista con Ian Hacking' en *Cuaderno de Materiales*, n.º 17, Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid, págs 52-56
- AMBROGI, A. (ed.) (1999): *Filosofía de la ciencia. El giro naturalista*, Universidad de Islas Baleares, Palma.
- ARONSON, J., R. HARRÉ y CORNELL W. (1995): *Realism Rescued. How Scientific Progress Is Possible*, Open Court, Chicago y La Salle.
- BACHELARD, G. (1981): *La formación del espíritu científico*, Siglo XXI, México.
- BACON, F. (1975): *Instauratio Magna y Novum Organum*. Estudio y comentarios de Larroyo, F, Edit. Porrúa, México.
- BAIGRIE, B. (1995): 'The View from the Tabletop' en J. Z. Buchwald (ed.): *Scientific Practices*, Chicago University Press, Chicago.
- BARNES, B. (1980): *Estudios sobre Sociología de la Ciencia*, Alianza, Madrid.
- BARNES, B. y D. BLOOR (1982): «Relativism, Rationalism and the Sociology of Knowledge» en M. Hollis y S. Lukes (eds.): *Rationality and Relativism*, The MIT Press, Cambridge y Massachusetts.
- BARNES, B. y S. SHAPIN (eds.) (1979): *Natural Order*, Sage, Londres.
- BLOOR, D. (1980): *Knowledge and Social Imaginery*, Routledge and Keagan Paul, Londres.
- _____(1999): 'Anti-Latour' en *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 30, n.º 1, págs. 81-112.
- BODEI, R. (2001): *La filosofía del siglo XX*, Alianza, Madrid.
- BOLTZMANN, L. (1986): *Escritos de mecánica y termodinámica*, Alianza, Madrid.
- BOWKER, G. C. y S. LEIGH STAR (2000): *Sorting things out. Classification and its consequences*, The MIT Press, Cambridge, Londres.

BRAUN, B. y N. CASTREE (eds.) (1998): *Remaking Reality. Nature at the millenium*, Routledge, Londres y Nueva York.

BRONCANO, F. (2000): *Mundos Artificiales: filosofía del cambio tecnológico*, Paidós, México.

_____(1995): *Nuevas Meditaciones sobre la Técnica*, Trotta, Madrid.

BUCHWALD, J. Z. (1985): *From Maxwell to Microphysics*, University of Chicago Press, Chicago.

_____(1993): «Design for Experimenting» en P. Horwich (ed.): *World Changes*, The MIT Press, Cambridge y Londres.

_____(1994): *The creation of scientific effects*, University of Chicago Press, Chicago.

BUSTOS de, E., J. C. GARCÍA-BERMEJO, E. PÉREZ SEDEÑO, A. RIVADULLA, J. URRUTIA y J. L. ZOFÍO (eds.) (1994): *Perspectivas actuales de Lógica y Filosofía de la Ciencia*, Siglo Veintiuno, Madrid.

CALLEBAUT, W. (ed.) (1993): *Taking the Naturalistic Turn or How Real Philosophy of Science Is Done*, The University of Chicago Press, Chicago y Londres.

CANGUILHEM, G. (1968): *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, J.Vrin, París.

CARNOT, S. (1987): *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia*, Alianza, Madrid.

CARTWRIGHT, N. (1992): 'Natures and the experimental method' en J. Earman (ed.): *Inference, exploration and other frustrations: Essays in the Philosophy of Science*, University of California Press, Los Angeles.

_____(1991): *How the Laws of Physics Lie*, Oxford University Press, Nueva York.

_____(): «Natures and the experimental method» en J. Earman (ed.): *Inference, exploration and other frustrations: Essays in the Philosophy of Science*, University of California Press, Los Angeles.

_____(1991): 'How we relate theory to observation' en P. Horwich (ed.): *World Changes*, The MIT Press, Cambridge y Londres.

- CARTWRIGHT, N., T. SHOMAR y M. SUÁREZ (1995): «The tool-box of science» en W. Herfel, W. Krajewski, I. Niiniluoto y R. Wójcicki (eds.): *Theories and Models in Scientific Processes*, Rodopi, Amsterdam y Atlanta.
- CASTREE, N. y B. BRAUN (1998): «The construction for nature and the nature of construction: analytical and political tools for building survivable futures» en *Remaking Nature*, Routledge, EE. UU. y Canadá.
- CHAKRAVARTTY, A. (1998): 'Semirealism' en *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 29, n.º 3, págs. 391-408.
- CLARKE, S. (2001): 'Defensible Territory for Entity Realism' en *British Journal of the Philosophy of Science*, vol. 52, págs. 701-722.
- COLLIN, F. (2001): 'Bunge and Hacking on Constructivism' en *Philosophy of Social Sciences*, vol. 31, n.º 3, págs. 424-453.
- CORNELL W., E. y J. RAJCHMAN (eds.) (1991): *La pensée américaine contemporaine*, Presses Universitaires de France, París.
- CREASE, R. (1986): *The second creation*, Mac Millan, Nueva York.
- CROMBIE, A. C. (1994): *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*. 3 Vol, Duckworth, Londres.
- _____(1981): «Philosophical presuppositions and shifting interpretations of Galileo» en J. Hintikka, D. Gruender y E. Agazzi (eds.): *Theory Change, Ancient Axiomatics and Galileo's Methodology. Proceedings of the 1978 Pisa Conference on the History and Philosophy of Science*, Reidel, Dordrecht.
- DAVIDSON, D. (1992): *Mente, mundo y acción*, Paidós/I.C.E.-U.B.A., Barcelona.
- DE MORA, M. S., IBARRA, A., PÉREZ SEDEÑO, E., y SÁNCHEZ BALMASEDA, I. (eds) (2000): *Actas del III Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia*, Donostia-San Sebastián.
- DEVITT, M. y K. STERELNY (1987): *Language and Reality*, The MIT Press, Massachussetts.
- D'HONDT, J. (ed.) (1999): *Présences du matérialisme. Coloque de Cerisy*, L'Harmattan.
- DÍEZ, J. A. y C. U. MOULINES (1997): *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Ariel, Barcelona.

- DORATO, M. (1988): 'The World of the Worms and the Quest for Reality' en *Dialéctica*, vol. 42, n.º 3.
- DREYFUS, H. L. y P. RABINOW (2001): *Michel Foucault: Más allá del Estructuralismo y la Hermenéutica*, Nueva Visión, Buenos Aires.
- DUALIST (The) (1999): 'An Interview with Ian Hacking', vol. 6, April, págs. 107-123.
- DUHEM, P. (1954): *The aim and structure of a physical theory*, Princeton University Press, Princeton.
- DUMMETT, M. (1986): «A nice derangement of epitaphs: some comments on Davidson and Hacking» en E. Lepore (ed.): *Truth and Interpretation. Perspectives on the Philosophy of Donald Davidson*, Basil Blackwell, Oxford.
- DUTT, C. (1998): *En conversación con Hans-Georg Gadamer. Hermenéutica, estética, filosofía práctica*, Tecnos, Madrid.
- EARMAN, J. (ed.) (1983): *Testing Scientific Theories. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. X, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- ECHEVERRÍA, J. (2003): *La Revolución Tecno-científica*, Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- _____(2002): *Ciencia y Valores*, Destino, Madrid.
- _____(1999): *Introducción a la metodología de la ciencia. La Filosofía de la Ciencia en el siglo XX*, Cátedra, Madrid.
- _____(1999): '¿Naturalizar o artificializar la ciencia?' en Ambrogi, A. (ed), *Filosofía de la ciencia*, Universidad Islas Baleares, Palma.
- FALGUERA, J. L., U. RIVAS y J. M. SAGÜILLO (eds.) (1999): *La Filosofía Analítica en el Cambio de Milenio. Actas del Congreso Internacional*, Universidad de Santiago de Compostella.
- FERREIROS, J. y J. ORDÓÑEZ (2002): 'Presentación: Hacia una filosofía de la experimentación', en *Theoria*, vol. 17/2, n.º 44.
- FEYERABEND, P. (1985): 'Philosophy of science versus scientific practice. Observations on Mach and his followers and oponents' en *Philosophical Papers. Problems of Empiricism*, vol. 2, Cambridge University Press, Cambridge.
- FLECK, L. (1992): *Genesis and Development of a Scientific Fact*, University of Chicago Press, Chicago y Londres.

FRANKLIN, A. (1987): *The neglect of the experiment*, University of Cambridge Press, Nueva York.

_____(1990): *Experiment, right or wrong*, Cambridge University Press, Cambridge.

FOUCAULT, M. (2002): *El orden del discurso*, Tusquets, Barcelona.

_____(1999): *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias*, Siglo XXI, México y Madrid.

_____(1987): *La arqueología del saber*, Siglo XXI, México.

_____(1978): *Microfísica del Poder*, Las Ediciones de La Piqueta, Madrid.

_____(1961): *El nacimiento de la clínica*, Siglo XXI, México.

GADAMER, H. G. (1995): *El giro hermenéutico*, Cátedra, Madrid.

GALISON, P. (1998): «Judgment against Objectivity» en C. A. Jones y P. Galison (eds.): *Picturing Science and Producing Art*, Routledge, Nueva York y Londres.

_____(1997): *Image and Logic*, The University of Chicago Press, Chicago.

_____(1995): «Context and Constraints» en J. Z. Buchwald (ed.): *Scientific Practices*, Chicago University Press, Chicago.

_____(1988): 'Philosophy in the laboratory' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXV, n.º 10.

_____(1988): 'Multiple Constraints, Simultaneous Solutions' en *Philosophy of Science Association*, vol. 2.

_____(1987): *How Experiments End*, University of Chicago Press, Chicago.

_____(1985): «Bubble chamber and the experimental workplace» en P. Achinstein y O. Hannoway (eds.): *Observation, Experiment, and Hypothesis in modern physical Science*, The MIT Press, Cambridge, Londres.

GALISON, P. y E. THOMPSON (eds.) (1999): *The Architecture of Science*, The MIT Press, Cambridge, Londres.

GALISON, P. y C. A. JONES (eds.) (1990): *Picturing Science, Producing Art*, Routledge, Londres.

GARCÍA CARPINTERO, M. (1996): *Las palabras, las ideas y las cosas. Una presentación de la filosofía del lenguaje*, Ariel, Barcelona.

GARRET M., R.. (2000): *On clear and confused ideas*, Cambridge University Press, Cambridge, Melbourne, Madrid.

GIERE, R. (1999): *Science without Laws*, University of Chicago Press, Chicago

_____(1988): *Explaining Science. A Cognitive Approach*, The University of Chicago Press, Chicago.

GIERE, R. y A. RICHARDSON (eds.) (1996): *Origins of Logical Empiricism*, University of Minnesota Press, Minneapolis, Londres.

GOLINSKI, J. (1998): *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*, Cambridge University Press, Cambridge.

GONZÁLEZ, W. (2002): *Diversidad de la explicación científica*, Ariel, Barcelona.

_____(ed.) (1999): *Razón y valores en la era científico-tecnológica*, Paidós, Barcelona.

_____(ed.) (1996): *Acción e Historia*, Universidad da Coruña, A Coruña, 1996.

GONZÁLEZ GARCÍA, J. M., E. LAMO de ESPINOSA y C. TORRES ALBERO (1994): *La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia*, Alianza, Madrid.

GONZÁLEZ GARCÍA, M., J. A. LÓPEZ CEREZO y J. L. LUJÁN LÓPEZ (eds.) (1997): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Ariel, Barcelona.

_____(1996): *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Tecnos, Madrid.

GONZÁLEZ GILMAS, O. (2000): 'En las ciencias, los descubrimientos deben considerarse como invenciones' en *Actas del III Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, UPV/EHU, Donostia - San Sebastián.

_____(1997): 'La observación como práctica científica' en *Actas del II Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, UAB, Bellaterra.

GOODING, D. (1990): *Experiment and the Making of Meaning. Human Agency in Scientific Observation and Experiment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres.

- GOODING, D., T. PINCH y S. SHAFFER (eds.) (1999): *The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York, Melbourne.
- GOODMAN, N. (1978): *Ways of World Making*, Hackett, Indianapolis, Cambridge y Massachusetts.
- _____(1983): *Fact, Fiction and Forecast*, Harvard University Press, Harvard.
- GROSS, A. (1990) : 'Reinventing Certainty: The Significance of Ian Hacking's Realism' en *Philosophy of Science Association*, Vol 1. Pp. 421-431.
- HARAWAY, D. (1989): *Primate visions: Gender, Race and Nature in the World of Modern Science*, Routledge, NuevaYork.
- HEELAN, P. (1988): 'Experiment and theory: Constitution and Reality' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXV, n.º 10, págs. 515-524.
- HEVLY, B. y P. GALISON (1992): *Big Science*, Stanford University Press, Stanford, California.
- HITCHCOCK, C. (1992): 'Causal Explanation and Scientific Realism' en *Erkenntnis*, Vo. 37, pp. 151-178.
- HOLTON, G. (1978): *The Scientific Imagination*, Harvard University Press, Londres.
- HOYNINGEN-HUENE, P. (1993): *Reconstructing Scientific Revolutions. Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*, The University Chicago Press, Chicago, Londres.
- IBARRA, A. y T. MORMANN (1997): *Representaciones en la ciencia. De la invariancia estructural a la significatividad pragmática*, Ediciones del Bronce, Barcelona.
- IRANZO, J. M., R. BLANCO, T. GONZÁLEZ DE LA FE, C. TORRES y A. COTILLO (comps.) (1995): *Sociología de la Ciencia y la Tecnología*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- IRANZO, V.(2000): 'Manipulabilidad y Entidades Inobservables' en *Theoria*, Vol 15/1, pp. 131-153.
- JAMES, W. (1997): *Lecciones de pragmatismo*, Santillana, Madrid.
- JARDINE, N. (1991): *The scenes of inquiry: on the reality of question in the sciences*, Clarendon Press, Oxford.

KENNY, A. (ed.) (1986): *Rationalism, Empiricism and Idealism*, Oxford University Press, Oxford, Nueva York y Toronto.

KNORR CETINA, K. (2000): *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge, Londres.

_____(1981): *The manufacture of Knowledge. An essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Pergamon, Oxford, Nueva York.

KOYRÉ, A. (1990): *Estudios de historia del pensamiento científico*, Siglo Veintiuno, Madrid.

KUHN, Th. (1996): *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago y Londres. Vers. esp. A. Contín, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1997.

_____(1994): 'El camino desde "La estructura"' en *Arbor*, CXLVIII, 583, págs 27-26.

_____(1993): *La Tensión Esencial*, Fondo de Cultura Económica, México.

_____(1993): «Afterwords» en P. Horwich (ed.): *World Changes*, The MIT Press, Cambridge y Londres.

_____(1989): *¿Qué son las revoluciones científicas?* Paidós, Barcelona.

LABINGER, J. A. y H. COLLINS (eds). (2001): *The one culture? A conversation about science*, The University of Chicago Press, Chicago.

LAKATOS, I. (1993): *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Tecnos, Madrid.

LATOURET, B. (2001): «The Theater of Proof: A series of demonstrations» en H. Obrist y B. Vanderlinden (eds.) (2001): *Laboratorium*, Dumont, Antwerpen Open and Roomade-Flanders, Germany.

_____(2001): *La esperanza de Pandora*, Gedisa, Barcelona.

_____(1999): *We Have Never Been Modern*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

_____(1999): 'For David Bloor... and Beyond: A Reply to David Bloor's 'Anti-Latour'' en *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 30, n.º 1, págs.113-129.

LATOUR, B. y S. WOOLGAR (1986): *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, Princeton University Press, Princeton. Vers. esp. E. Pérez Sedeño, *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Alianza Universidad, 1995.

LENOBLE, R. (1969): *Histoire de l'Idée de Nature*, Albin Michel, París.

LEPLIN, J. (1997). *A Novel Defense of Scientific Realism*, Oxford University Press, Nueva York, Oxford.

_____(ed.) (1984): *Scientific Realism*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles y Londres.

LOCKE, J. (1980): *Ensayo sobre el entendimiento humano*, Editora Nacional, Madrid.

LÓPEZ C., J. A., J. SANMARTÍN y M. GONZÁLEZ (1994): 'El estado actual de la cuestión. Filosofía actual de la ciencia' en *Diálogo Filosófico*, vol. II, n.º 29.

LÓPEZ C., J. A. y J. M. SÁNCHEZ R. (eds.) (2001): *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*, Biblioteca Nueva, Madrid.

McGRATH, P. J. (1988): 'The inverse Gambler's Fallacy and cosmology. A reply to Hacking.' en *Mind*, vol. XCVII, n.º 386.

MELLOR, A. y D. MUNN (1999): 'Tryptophan catabolism and T-cell tolerance: immunosuppression by starvation?' en *Immunology Today*, vol. 20, n.º 10, págs. 469-473.

MERTON, R. K. (1980): *Teoría y estructura social*, Fondo de Cultura Económica, México.

MINGO RODRÍGUEZ de, A. (1999): *Materia y experiencia. La filosofía de la naturaleza en Kant*, Kronos, Sevilla.

MORRISON, M. (1990): 'Theory, Intervention and Realism' en *Synthese*, 82, págs. 1-22.

MOSCOSO, J. (2001): 'Realidad o Elaboración de la Enfermedad Mental' en *Frenia*, vol. I-2, págs. 131-144.

MUNÉVAR, G. (ed.). (1991): *Beyond Reason. Essays on the Philosophy of P. Feyerabend*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht y Londres.

MUNN, D., M. ZHOU, J. T. ATTWOOD, I. BONDAREV, S. J. CONWAY, B. MARSHALL, C. BROWN y A. MELLOR (1998): 'Prevention of Allogenic Fetal Rejection by Tryptophan Catabolism' en *Science*, vol. 281, págs 1191-1193.

- MURPHY, D. (2001): 'Hacking's Reconciliation: Putting the Biological and Sociological Together in the Explanation of Mental Illness' en *Philosophy of Social Sciences*, vol. 31, n.º 2, págs.139-162.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2000): *Laboratory Design, Construction, and Renovation. Participants, Process, and Product*, National Academy Press, Washington, D.C.
- NORRIS, Ch. (1997): *Against Relativism. Philosophy of Science, Deconstruction and Critical Theory*, Blackwell, Oxford (UK), Massachusetts (EE. UU.).
- OLIVÉ, L. (2000): *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*, Paidós, México.
- OLIVÉ, L. y A. PÉREZ RANSANZ: *Filosofía de la ciencia: Teoría y observación*, México, Siglo XXI, 1989.
- ORDÓÑEZ, J. (2001): *Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias*, Ariel, México.
- _____(2001): «Sociedad industrial y pensamiento positivista» en *La filosofía del siglo XIX*, Trotta/Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- _____(1999): *La melancolía de Prometeo. Una metáfora para la ciencia y la tecnología de final de siglo*, Cuadernillo n.º 32, Espacios Unión, Caracas.
- PÉREZ MERCADER, J. (2000): *¿Qué sabemos del Universo?*, Debate, Madrid.
- PÉREZ RANSANZ, A. R. (1999): *Kuhn y el cambio científico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- PICKERING, A. (1984): *Constructing quarks. A sociological history of Particle physics*, The University of Chicago Press, Chicago.
- _____(1995): *The Mangle of Practice. Time, Agency, and Science*, The University of Chicago Press, Chicago.
- _____(1995): «Beyond Constraint: the Temporality of Practice and the Historiatiy of Knowledge» en J. Z. Buchwald (ed.): *Scientific Practices*, Chicago University Press, Chicago.
- _____(1989): «Living in the Material World» en D. Gooding, P. Trevor y S. Schaffer (eds): *The uses of experiment*, Cambridge University Press, Nueva York.

- _____(ed.). (1992): *Science as Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago y Londres.
- POPPER, K. (1962): *La lógica de la investigación científica*, Tecnos, Madrid.
- PRIGOGINE, I. (1997): *The End of Certainty. Time, Chaos, and the New Laws of Nature*, The Free Press, Nueva York, Londres, Toronto, Sydney y Singapur.
- PSILLOS, S. (1999): *Scientific Realism. How Science Tracks Truth*, Routledge, Londres y Nueva York.
- PUTNAM, H. (1999): *Pragmatism*, Blackwell, Oxford, Massachusetts.
- _____(1998): *Razón, verdad e historia*, Tecnos, Madrid
- QUINTANILLA, M. A. (1989): *Tecnología. Un enfoque filosófico*, Fundesco, Madrid.
- REICHENBACH, H. (1983): *Objetivos y métodos del conocimiento físico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- REINER, R. y R. PIERSON (1995): 'Hacking's experimental realism: An untenable middle ground' en *Philosophy of Science*, n.º 62, págs. 60-68.
- RESNIK, D. (1994): 'Hacking's experimental realism' en *Canadian Journal of Philosophy*, vol. 24, n.º 3, págs. 395-411.
- RIOJA, A y ORDÓÑEZ, J. (1999): *Teorías del Universo. Volúmenes I y II*. Síntesis, Madrid.
- RODRÍGUEZ, F. J. (2000): *Ciencia, valores y relativismo*, Comares, Granada.
- RORTY, R. (2000): *Verdad y progreso*, Paidós, Barcelona
- _____(2000): 'Being that can be understood is language' en *London Review of Books*, 16 de marzo.
- _____(1999): 'Phony Science Wars' en *Archivo Internet: The Atlantic On line*, noviembre.
- _____(1998): *Pragmatismo y política*, Paidós/I.C.E.-U.A.B., Barcelona.
- _____(1996): *Consecuencias del pragmatismo*, Tecnos, Madrid.
- _____(1996): *Objetividad, relativismo y verdad*, Paidós Básica, Barcelona.
- _____(1995): *La filosofía y el espejo de la naturaleza*, Cátedra, Madrid.

- _____(1991): *Contingencia, ironía y solidaridad*, Paidós, Barcelona.
- _____(1986): «Foucault and epistemology» en D. Couzens (ed.): *Foucault. A Critical Reader*, Blackwell Publishers Ltd, Cambridge, Massachusetts, págs. 41-49.
- ROUNER, L. S. (1989): *Sobre la naturaleza*, Fondo de Cultura Económica, México.
- ROUSE, J. (1996): *Engaging Science. How to Understand its Practices Philosophically*, Cornell University Press, Ithaca y Londres.
- SALMON, W. (1998): *Causality and Explanation*, Oxford University Press, Nueva York.
- SÁNCHEZ RON, J. M. (2000): *El siglo de la ciencia*, Taurus, Madrid.
- _____(1995): *La ciencia, su estructura y su futuro*, Debate, Madrid.
- _____(1992): *El poder la ciencia*, Sociedad Estatal para la Exposición Universal, Sevilla.
- SANKEY, H. (1994): *The Incommensurability Thesis*, Averbury, Aldershot y Vermont .
- SANKEY, H. y R. NOLA (eds.). (2000): «After Popper, Kuhn and Feyerabend» en *Recent Issues in theories of scientific method. Australian studies in History and Philosophy of Science*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres.
- SANTESMASES, M. J. (2002): ‘¿Artificio o Naturaleza?. La experimentación en la historia de la biología’ en *Theoria*, vol. 17/2, n.º 44, págs. 265-289.
- SERRES, M. (1995): *The Natural Contract*, The University of Michigan Press, EE. UU.
- SERRES, M. y B. LATOUR (1995): *Conversations on science, culture, and time*, The University of Michigan Press, EE. UU.
- SHAFFER, S. y S. SHAPIN (1985): *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton University Press, Princeton.
- SHAPER, D. (1981): «Meaning and scientific change» en I. Hacking (ed.): *Scientific Revolutions*, Oxford University Press, Nueva York.
- SCHATZKI, T., KNORR CETINA, K., Y VON SAVIGNI, E., (eds) (2001): *The Practice Turn in Contemporary Theory*, Routledge, Londres y Nueva York.

SMITH, P. (1985): «Names, identity and necessity» en I. Hacking (ed.): *Excercises in Analysis Casimir. Essays by Students of Casimir Lewy*, Cambridge University Press, Cambridge, Londres, Nueva York, págs. 147-169.

SNOW, C. P. (1959): *The two cultures and the scientific revolution*, Cambridge University Press, Nueva York.

SOLÍS, C. (1994): *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Paidós, Barcelona.

_____(comp.). (1998): *Alta tensión*, Paidós Básica, Barcelona.

SOKAL, A. y J. BRICMONT (1997): *Impostures Intellectuelles*, Jakob, París.

STENGERS, I. (1997): *Power and Invention*, University of Minnesota Press, Minneapolis, Londres.

TATÓN, R. (dir.) (1964): *Historia General de las Ciencias*, Presses Universitaires de France, París.

VALDÉS, L. (1995): *La búsqueda de significado*, Tecnos, Madrid.

VALIELA, I. (2001): *Doing Science. Design, Analysis, and Communication of Scientific Research*, Oxford University Press, Nueva York.

VAN FRAASSEN, B. (1980): *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford.

VATTIMO, G. (1994): *En torno a la posmodernidad*, Anthropos, Santafé de Bogotá.

WILSON, M. (1971): 'Possibility, propensity, and chance: some doubts about the Hacking thesis' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXVIII, n.º 19, págs. 610-617.

WHITAKER, M. A. B. (1988): 'On Hacking's criticism of the wheeler anthropic principle' en *Mind*, vol. XCVII, n.º 386, págs. 259-264.

ZAMORA BAÑO, F. (1994): 'El último Kuhn' en *Arbor*, CXLVIII, 584, págs 9- 25.

BIBLIOGRAFÍA DE IAN HACKING

HACKING, I. (2002): *Historical Ontology*, Harvard University Press, Cambridge y Londres.

_____(2001): 'Aristotelian Categories and Cognitive Domains' en *Synthese*, vol. 126, n.º 3, págs. 473-515.

____(2001): 'Dreams in Place' en *Journal of a Esthetics and Art Criticism*, vol. 59, Issue 3, págs. 245-260.

____(2000): 'How Inevitable are the Results of Successful Science' en D. A. Howard (ed.), *Philosophy of Science. Proceedings of the 1998 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Supplement to vol. 67, part II, n.º 3, págs. 558-571.

____(1999): *The Social Construction of WHAT?*, Harvard University Press, Cambridge y Londres. Vers. esp. J. Sánchez, *¿La Construcción Social de Qué?*, Paidós, Barcelona, Buenos Aires y México, 2000.

____(1999): 'Teenage pregnancy. Social construction?' en D. Checklamd y J. Wong (eds.): *Early Parenting as a Social and Ethical Issue*, University of Toronto Press, Toronto.

____(1999): 'Are you a Social Constructionist?' en *Lingua Franca*, May-June, págs. 65-72.

____(1999): 'The time-frame problem en *The Social Science Journal*, n.º 36, págs. 563-573.

____(1998): *Mad Travelers: Reflections on the Reality of Transient Mental Illnesses*, University Press of Virginia, Charlottesville.

____(1998): 'Canguilhem amid the cyborgs' en *Economics and Society*, n.º 27, págs. 202-216.

____(1996): «The Disunities of the Sciences» en P. Galison y D. J. Stump (eds.): *The Disunity of Science. (Bounderies, Contexts, and Power)*, Standford University Press, Standford.

____(1995): *La Domesticación del Azar. La Erosión del Determinismo y el Nacimiento de las Ciencias del Caos*, Gedisa, Barcelona.

____(1995): «The looping effects of human kinds» en D. Sperber, D. Premack y A. J. Premack (eds.): *Causal Cognition: a Multidisciplinary Approach*, Clarendon Press, Oxford.

____(1995): *Rewriting the Soul: Multiple Personality and the Sciences of Memory*, University Press, Princeton.

____(1995): *El surgimiento de la probabilidad. Un estudio filosófico de las ideas tempranas acerca de la probabilidad, la inducción y la inferencia estadística*, Gedisa, Barcelona.

____(1995): «Introduction» en J. Z. Buchwald (ed.): *Scientific Practices*, Chicago University Press, Chicago.

____(1995): 'On an Alleged Anti-Linguistic Turn' en *Common Knowledge*, vol. 4, n.º 2, págs. 74-79.

____(1995): 'Author Response to a Symposium *Past Selves* by Five Reviewers of *Rewriting the Soul*' en *Metascience*, n.º 7, págs. 19-26.

____(1995): 'L'Epistemologia Storica come Metaepistemologia' en La Vergata, A e Pagnini, A. (eds) *Storia della Filosofia, Storia della Scienza*, La Nuova Italia Editrice, Florencia.

____(1994): «Entrenchment» en D. Stalker (ed.): *GRUE: The New Riddle of Induction*. La Salle, IL, Open Court.

____(1994): 'Paul Feyerabend, Humanist' en *Common Knowledge*, vol. 3, n.º 2, págs. 10-15.

____(1993): 'On Kripke's and Goodman's uses of «Grue»' en *Philosophy*, vol. 68, págs. 269-295.

____(1993): «Working in a new world: The taxonomic solution» en P. Horwich (ed.): *World Changes*, The MIT Press, Massachusetts.

____(1993): 'Goodman's new riddle is pre-Humian' en *Revue Internationale de Philosophie*, n.º 46, págs. 229-243.

____(1992): 'Style for historians and philosophers' en *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 23, n.º 1, págs.1-37.

____(1992): 'How, why, when, where did language go public?' en *Common Knowledge*, vol. 1, n.º 2, págs. 74-96.

____(1992): «The self-vindication of the laboratory sciences» en A. Pickering (ed.): *Science as Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago y Londres. Vers. esp. «La auto-justificación de las ciencias de laboratorio» en A. Ambrogi (ed.): *Filosofía de la ciencia. El giro naturalista*, Islas Baleares, Palma, 1999.

____(1992): «Statistical Language, Statistical Truth and Statistical Reason» en E. Mac Mullen (ed.): *Social Dimensions of Science*, Notre Dame University Press, Notre Dame.

____(1992): 'Multiple personality disorder and its hosts' en *History of the Human Sciences*, vol. 5, n.º 2, págs. 3-31.

____(1992): «World-making by kind making: child abuse for example» en M. Douglas y D. Hull (eds.): *How Classification Works: Nelson Goodman Among the Social Sciences*, Edinburgh University Press, Edinburgh.

____(1992): «The Disunified Sciences» en R. Q. Elvee (ed.), *The End of Science? Attack and Defense. Conference XXV*, University Press of America, Inc. Gustavus Adolphus College, EE. UU..

____(1992): «Experimentation and Instrumentation in Natural Sciences» en W. Newton-Smith (ed.): *Popper in China*, Routledge, Londres.

____(1991): 'Traditions of Natural Kinds' en *Philosophical Studies*, vol. 61, n.º 1-2, págs. 102-126.

____(1991): «Speculation, calculation and the creation of phenomena» en G. Munévar (ed.): *Beyond Reason. Essays on the Philosophy of P. Feyerabend*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht y Londres.

____(1991): 'The making and molding of child abuse' en *Critical Inquiry*, n.º 17, págs. 253-288.

____(1991): 'Artificial Phenomena' en *The British Journal for the History of Science*, vol. 24, part 2, n.º 81, págs.235-241.

____(1991): «Styles de raisonnement scientifique» en E. Cornell y J. Rajchman (eds.): *La pensée américaine contemporaine*, Presses Universitaires de France, París.

____(1990): «Natural kinds» en R. Barret y R. Gibson (eds.): *Perspectives on Quine*, Basil Blackwell, Cambridge, Massachusetts.

____(1990): 'Two kinds of New Historicism for philosophers' en *New Literary History*, n.º 21, págs. 343-364.

____(1989): 'Extragalactic reality: The case of gravitational lensing' en *Philosophy of Science*, vol. 56, n.º 4, págs. 555-581.

____(1989): 'The Life of Instruments' en *Studies in the History and Philosophy of Science*, vol. 20, n.º 2, págs. 265-279.

____(1989): 'Two kinds of "New Historicism" for Philosophers' en *New Literary History*, vol. 21, n.º 2, págs. 343-364.

____(1989): 'Philosophers of experiment' en *Philosophy of Science Association*, vol. 2, págs. 147-156.

____(1988): 'Locke, Leibniz, and Hans Aarsleff on Language' en *Synthese*, vol. 75, n.º 2, págs. 135-153.

____(1988): 'The Participant Irrealist at Large in the Laboratory' en *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 39, págs. 277-294.

____(1988): 'On the Stability of the Laboratory Sciences' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXV, n.º 10, págs. 507-514.

____(1987): 'Builder and Stacker. The Society of Mind by Marvin Minsky' en *The New Republic*, April 20, págs. 42-45.

____(1987): 'The inverse Gambler's Fallacy: the argument from design. The anthropic principle applied to wheeler universes' en *Mind*, vol. XCVI, n.º 383, págs. 331-340.

____(1986): «The archaeology of Foucault» en D. Couzens (ed.): *Foucault. A Critical Reader*, Blackwell Publishers Ltd, Cambridge, Massachusetts, págs. 27-40.

____(1986): «Self-Improvement» en D. Couzens (ed.): *Foucault. A Critical Reader*, Blackwell Publishers Ltd, Cambridge, Massachusetts, págs. 235-240

____(1986): «Making up people» en Th. Heller, M. Sosna y D. E. Wellberry (eds.): *Reconstructing Individualism*, Stanford University Press, Stanford.

____(1986): «The parody of conversation» en E. Lepore (ed.): *Truth and Interpretation. Perspectives on the Philosophy of Donald Davidson*, Basil Blackwell, Oxford, págs. 447-458.

____(1986): 'Weapons Research and the form of Scientific Knowledge' en *Canadian Journal of Philosophy*, Supplementary Volume, n.º 13, págs. 327-348.

____(1985): «Do we see through a microscope?» en P. Churchland y A. C. Hooker (eds.): *Images of Science (Essays on Realism and Empiricism, with a Reply from B. C. van Fraassen)*, The University of Chicago Press, Chicago.

____(1985): 'Liberating the laboratory. Reflections on Gender and Science by Evelyn Fox Keller' en *The New Republic*, July 22, págs. 47-50.

____(1985): «Rules, scepticism, proof, Wittgenstein» en I. Hacking (ed.): *Exercises in Analysis Casimir. Essays by Students of Casimir Lewy*, Cambridge University Press, Cambridge, Londres, Nueva York, págs. 113-124.

____(1984): «Experimentation and Scientific Realism» en J. Leplin (ed.): *Scientific Realism*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles y Londres.

____(1984): «Five parables» en R. Rorty, J. B. Schneewind y Q. Skinner (eds.): *Philosophy in History*, Cambridge University Press, Cambridge. Vers. esp. «Cinco parábolas» en R. Rorty, J. B. Schneewind y Q. Skinner (eds.): *La Filosofía en la Historia*, Paidós, Barcelona y Buenos Aires, 1990.

____(1983): *Representing and Intervening*, Cambridge U. P., Cambridge. Vers. esp. S. Martínez, *Representar e Intervenir*, Paidós, Barcelona y México, 1996.

____(1982): «Language, Truth and Reason» en S. Lukes y M. Hollis (eds.): *Rationality and Relativism*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

____(1981): «Lakatos's philosophy of science» en I. Hacking (ed.): *Scientific Revolutions*, Oxford University Press, NewYork.

____(1980): 'Strange expectations' en *Philosophy of Science*, vol. 47, n.º 4, págs. 562-567.

____(1980): 'Is the End in sight for Epistemology?' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXVII, n.º 10, págs. 579-588.

____(1980): 'T. S. Kuhn's Essential Tension' en *History and Theory*, n.º 18, págs. 223-236.

____(1979): 'What is Logic?' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXXVI, n.º 6, págs. 285-319.

____(1978): 'Hume's species of probability' en *Philosophical Studies*, vol. 33, n.º 1, págs. 21-37.

____(1976): «Individual Substance» en H. G. Frankfurt (ed.): *Leibniz. A collection of Critical Essays*, University of Notre Dame Press, Londres.

____(1975): *Why Does Language Matter to Philosophy?*, Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York y Melbourne. Vers. esp. *¿Por qué lenguaje importa a la filosofía?*, Sudamericana, Buenos Aires, 1979.

____(1973): «Propensities, statistics and inductive logic» en P. Suppes y otros (eds.): *Logic Methodology and Philosophy of Science*, vol. 74, North Holland Publishing Company, Amsterdam.

____(1972): 'The logic of Pascal's wager' en *American Philosophical Quarterly*, vol. 9, n.º 2, págs. 186-192.

_____(1971): 'The Leibniz-Carnap Program for Inductive Logic' en *The Journal of Philosophy*, vol. LXVIII, n.º 19, págs. 597-610.

_____(1969): 'Linguistically invariant inductive logic' en *Synthese*, vol. 20, n.º 1, págs. 25-47.

_____(1968): 'A language without particulars' en *Mind*, vol. LXXVII, n.º 306, págs. 168-185.

_____(1967): 'Slightly more realistic personal probability' en *Philosophy of Science*, vol. 34, n.º 4, págs. 311-325.

_____(1965): «One problem about induction» en I. Lakatos (ed.): *Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science*, Londres, págs. 44-58.

_____(1965): *Logical of Statistical Inference*, U. P. Cambridge, Cambridge.

_____(1965): 'Salmon's vindication of induction' en *The Journal of Philosophy*, n.º 66, págs. 260-266.

_____(1964): 'On the foundations of statistics' en *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. XV, n.º 57, págs. 1-26.

BOOK REVIEWS REALIZADOS POR IAN HACKING:

(2000): 'Critical Essay for Against Method' en *London Review of Books*, January 20, págs. 28-30.

(2000): 'Critical Essay on P. Feyerabend' en *London Review of Books*, June 22, págs. 28-29.

(1999): 'Critical Essay on I see a voice' en *London Review of Books*, July 1, págs. 15-16.

(1999): 'Critical Essays on Mesmerized' en *The New York Review of Books*, March 18, págs. 27-32.

(1999): 'B. Latour, Pandora's Box' en *Times Literary Supplement*, September.

(1996): 'In Search of Fairners' en *The New York Review of Books*, September 17, págs. 40-43.

(1994): 'P. Kitcher. The Advancement of science' en *The Journal of Philosophy*, n.º 91, págs. 212-215.

- (1994): 'Scientific Problem from Lavoisier to Lacan' en *Isis*, n.º 85, págs. 527-528
- (1992): 'Bruno Latour, Science in action: How to follow Scientists and Engineers Through Society y The Pasteurization of France' en *Philosophy of Science*, vol. LXXXIX, n.º 3, págs. 510-512.
- (1992): 'D. Gooding et al. The uses of experiment' en *Philosophy of Science*, vol. LIX, n.º 4, págs. 705-708
- (1991): 'Artificial Phenomena' en *The British Journal for the History of Science*, n.º 24, págs. 235-241.
- (1991): 'P. Feyerabend. Against Method and the Flight from Reason' en *The Journal of Philosophy*, n.º 87, págs. 219-223.
- (1990): 'Peter Galison, How experiments end' en *The Journal of Philosophy*, n.º 87, págs. 2103-2106.
- (1990): 'D. Batens and J. P. van Bendegem (eds.), Theory and Experiment: recent Insights and New Perspectives on Their Relations' en *Isis*, vol. 81, n.º 4, pág. 793.
- (1987): 'R. Ackermann: Observation, Instruments, Theory' en *The Philosophical Review*, Julio, vol. XCVI, n.º 3.
- (1986): 'Science Turned Upside Down' en *The New York Review of Books*, February 27.
- (1984): 'Where does Math come from?' en *The New York Review of Books*, February 16.
- (1981): 'Karl Pearson's History of Statistics' en *The British Journal for the Philosophy of Science*, n.º 32, págs. 177-184.
- (1980): 'A. W. Burks: Chance, Cause, Reason' en *The Journal of Symbolic Logic*, vol. 45, n.º 2, pág. 373.
- (1972): 'Likelihood' en *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 23, n.º 2, págs. 132-137.
- (1970): 'Jaakko Hintikka. A two-dimensional continuum of inductive methods. Aspects of inductive logic' en *The Journal of Symbolic Logic*, vol. 35, n.º 13, pág. 455.
- (1968): 'Experience and Theory. By Stephan Körner' en *The Philosophical Review*, vol. 77, n.º 3, págs. 597-610.