

ARTÍCULOS

CRÍTICA, *Revista Hispanoamericana de Filosofía*
Vol. XXVII, No. 80 (agosto 1995): 3-48

LA AUTONOMÍA DE LAS TRADICIONES EXPERIMENTALES COMO PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO*

SERGIO F. MARTÍNEZ
Instituto de Investigaciones Filosóficas
UNAM

1. *Introducción*

La concepción predominante en la filosofía de la ciencia considera que el conocimiento científico se articula en teorías. La filosofía de la ciencia se ha centrado, por un lado, en el estudio de la estructura de las teorías, y por el otro, en el desarrollo de modelos filosóficos del cambio de teorías. Una serie de trabajos recientes en la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia han contribuido a cambiar este estado de cosas. Los trabajos de Franklin, Collins, Gooding y Pinch acerca del trabajo experimental en los años setenta son el inicio de lo que ahora es un área de importancia en los estudios sobre la ciencia.¹ Los de Gallison (1987) y

* La investigación de la cual este trabajo es resultado parcial se ha hecho con apoyo de la DGAPA (UNAM) por medio de los proyectos de investigación IN600289, IN600192 e IN400794.

¹ Véanse, por ejemplo, Collins y Pinch, 1981; Collins y Harrison, 1975; Gooding, 1982; Franklin, 1979 y 1981. Indudablemente hay precursores importantes; por ejemplo, L. Fleck con su trabajo: *La creación de un hecho científico*, pero como los de otros precursores, el de Fleck

Pickering (1984) son dos de los primeros análisis históricos a profundidad de tradiciones experimentales que han tenido un importante impacto en la filosofía de la ciencia. Ambos trabajos estudian, desde perspectivas diferentes, aspectos importantes de la historia del trabajo experimental en la física de partículas en el siglo XX. Hacking (1983) y Cartwright (1983) trajeron a colación algunas de las consecuencias importantes para la filosofía de la ciencia de este cambio de perspectiva. En los últimos años se han dedicado numerosos libros y artículos a la tarea de estudiar lo que empieza a conocerse como “la historia y la filosofía del experimento”.

Sin embargo, me parece que una cuestión filosófica importante no ha sido explícitamente formulada al nivel de generalidad requerido, para entender la pertinencia de esta empresa para las cuestiones epistemológicas que están en el centro de atención de la filosofía de la ciencia contemporánea. A grandes rasgos, la situación es la siguiente: ¿En qué sentido filosóficamente relevante son autónomas las tradiciones experimentales? Una pregunta similar puede hacerse con respecto a otras tradiciones científicas, por ejemplo, ¿en qué sentido epistemológicamente significativo son autónomas las tradiciones descriptivistas (como la taxonomía y la lingüística descriptiva)? Aquí me limitaré a plantear el problema y a explorar las implicaciones en relación con las tradiciones experimentales.

La filosofía tradicional de la ciencia tiene un argumento simple pero poderoso contra esta supuesta autonomía. Después de todo, según esta tradición, el objetivo de la ciencia es la construcción de teorías: la actividad experimental está subordinada, epistemológicamente, a la inclusión de sus

no tuvo ninguna repercusión sino hasta muy recientemente y ya como parte de esta corriente de interés contemporáneo por los aspectos no teóricos del conocimiento científico.

resultados en esquemas teóricos, en tanto que el objetivo de las tradiciones experimentales es el descubrimiento de hechos que sirven para la contrastación de teorías.

En este trabajo quiero proponer que la sugerida autonomía de la ciencia experimental (y en general de otras tradiciones científicas), en un sentido epistemológicamente significativo que cuestiona la concepción tradicional de la ciencia, puede fundamentarse a partir del rechazo de dos presupuestos importantes acerca de la naturaleza del conocimiento científico que se han ido atrincherando en nuestra concepción de la ciencia desde el siglo XVIII. También voy a examinar sólo brevemente el primer presupuesto, el newtoniano, ya que lo he examinado con detalle en otros trabajos junto con sus implicaciones. Voy a hacer énfasis en las consecuencias que, para el tema de la autonomía de tradiciones, tiene negar el segundo presupuesto, al que llamo presupuesto laplaciano.² Como veremos, detrás de este presupuesto laplaciano está uno de los dogmas más profundamente enraizados en la concepción tradicional de la epistemología. El dogma en cuestión, al que llamaremos *dogma de la unidad de la razón*, consiste en creer que

² No pretendo que de la negación de esos presupuestos de la filosofía tradicional pueda derivarse el sentido específico en el que las diferentes tradiciones son autónomas. El punto es resaltar la importancia que tienen estos presupuestos, sobre todo en su relación con el dogma de la unidad de la razón al negar de entrada las posibles maneras de fundamentar esta autonomía. La negación de estos presupuestos permite tomar en serio la búsqueda de los planteamientos filosóficos y de los estudios empíricos que sean pertinentes a esta tarea. Como nos dice Atran (1990): “Why, indeed, make the a priori assumption that all, or even some, of the interesting, i.e. species-domains of human knowledge and experience are structured alike? It is hardly plausible that the rich and diverse sorts of adult mental competence are induced, learned or constructed by general procedures from the poor and fragmentary experiences of childhood. More likely there are a variety of fairly well-articulated modes of human thinking —inherently differentiated components of human nature acquired over millions of years of biological and cognitive evolution” (p. ix).

en la medida en que somos seres racionales no es posible desviarse significativamente de un cierto estándar de racionalidad descrito por reglas de aplicación universal (*i.e.* reglas que se aplican independientemente del contexto).

Harold Brown (1988) caracteriza de manera bastante clara la “racionalidad clásica” que se articula alrededor de lo que aquí llamo dogma de la unidad de la razón. La racionalidad clásica se caracteriza por aplicarse necesaria y universalmente, y estar determinada por reglas (Brown, 1988, p. 5). Si la racionalidad se caracteriza por reglas de aplicación universal, entonces todos aquellos argumentos que partan de la misma información (las mismas premisas) deberán llegar a la misma conclusión, y en este sentido las reglas se aplican independientemente de un contexto.

Por supuesto, el paradigma de esta concepción de la racionalidad es la matemática. Es obvio, sin embargo, que muchas inferencias se hacen por medio de argumentos que no son deductivos, y entonces el problema surge de buscar reglas inductivas de inferencia que se adecuen al modelo clásico de racionalidad, *i.e.* que en algún sentido análogo al del caso de los argumentos deductivos, los argumentos inductivos sean independientes de un contexto. Como veremos, ésta resulta ser una dificultad insuperable para el modelo clásico de racionalidad.

El dogma de la unidad de la razón ha sido formulado y argumentado por Quine, y posteriormente por Davidson y Dennett y muchos otros filósofos (véase, por ejemplo, Dennett, 1981). Hay varias versiones del dogma en la historia de la filosofía. Una versión anterior apelaba a la concepción de racionalidad clásica que consideraba la esperanza matemática como la expresión matemática de la racionalidad. El cálculo de las probabilidades se interpretaba como una codificación matemática del sentido común en su forma más perfecta (véase Daston, 1988). La versión logicista del dogma de la unidad de la razón, la versión recogida por

Quine, proviene de la separación tajante en la filosofía analítica, a partir de Frege, entre la psicología y la lógica, y más en general, entre la psicología y la epistemología.³

De aceptarse el dogma de la unidad de la razón, sería muy difícil o imposible articular un sentido importante de autonomía para tradiciones científicas. Ya que, si en última instancia una estructura coherente de creencias y una articulación racional de fines presupone un núcleo de racionalidad caracterizada por leyes de inferencia lógicas, entonces el tipo de autonomía del que hablaremos en este trabajo sólo sería significativo en la medida en que las tradiciones no-teóricas de la ciencia no estén suficientemente articuladas en sistemas coherentes de creencias (y más en general, en actitudes proposicionales). Los argumentos de Harman (1986), dirigidos a mostrar que la lógica no tiene una pertinencia particular para el razonamiento y que debe hacerse una distinción entre “cambio razonado de creencias” y razonamiento en el sentido de prueba y argumento, son argumentos de peso en contra del uso del dogma de la unidad de la razón. Más directamente, McGinn (1977), Thagard y Nisbett (1983), y en particular Stich (1986), hacen ver una serie de dificultades con los argumentos esgrimidos por Davidson y Dennet, Cohen, y otros, en favor del dogma.

³ Es ciertamente correcto que, en la medida en que el objetivo principal de los lógicos es la caracterización de lo que es una inferencia válida (una inferencia que lleva de premisas verdaderas a conclusiones verdaderas), la psicología no tiene nada que ver con la lógica. Pero, la lógica como caracterización de las inferencias válidas tiene tan poco que ver con el razonamiento que es importante en la epistemología que no hay razón para pretender que la lógica sea el núcleo de las normas de razonamiento. Como dice Thagard (1988, sección 7.6.4): “Logic fails as an epistemological ideal not just because it is difficult for people to do right—in that case they might just be urged to try harder—but because it is a different sort of enterprise from most of what is involved in the growth of knowledge.”

El argumento que desarrollo aquí en favor de la autonomía de las tradiciones no teóricas en la ciencia puede reformularse como un argumento independiente que apoya la conclusión más general de los argumentos de McGinn, Thagard, Nisbett, Stich, Harman y Goldman en contra del dogma de la unidad de la razón. Esto es así porque, como veremos, este dogma supone uno de los presupuestos que cuestionaremos a lo largo del trabajo.

La distinción de Goldman entre epistémica individualista y epistémica social (Goldman, 1986 y 1992) es útil para formular una distinción importante entre el sentido en el que Stich habla de la fragmentación de la razón y el sentido en el que yo hablo de autonomía de tradiciones. La fragmentación de la razón de la que habla Stich cabe dentro de la epistémica individualista. Trata de la fragmentación de la razón, sobre todo con relación a una teoría de la percepción y a la fragmentación que surge de manera natural de las restricciones que existen al procesar información en el cerebro. Mi interés se centra en cuestiones que caen dentro de la epistémica social. El tipo de autonomía de la que hablo se genera por la evolución de normas de razonamiento y en particular patrones de explicación y de justificación en comunidades que comparten fines epistémicos.

El sentido en el que las normas de razonamiento se localizan en las tradiciones (y no en cualquier tipo de comunidad) requiere, como la “epistémica social” de Goldman, de identificar y abandonar un supuesto muy común acerca de la racionalidad. Laudan (1977, p. 202) llama a este supuesto el de la a-racionalidad: “la sociología del conocimiento puede contribuir a la explicación de creencias si y sólo si estas creencias no pueden explicarse en términos de sus méritos racionales” (citado por Goldman, 1987, cap. 10 de 1992). Como dice Goldman, el supuesto de la a-racionalidad establece una división tajante entre el historiador de las ideas y el sociólogo del conocimiento. La epistémica social de Gold-

man parte del rechazo de este supuesto de la a-racionalidad, y estoy de acuerdo con él en 1987 y en 1992, p. 181, donde señala:

rationality might partly consists in certain forms of social interchange. Some styles of debate and mutual criticism, some modes of doxastic response to the arguments of others, may be partly constitutive of rationality.

Como veremos, el rechazo del presupuesto laplaciano sugiere mecanismos concretos a través de los cuales se puede fundamentar este tipo de racionalidad y hacer explícito un sentido en el que “una epistemología social” abandone el dogma de la unidad de la razón.

Otra posible y natural objeción a la tesis de la existencia de diferentes tradiciones epistemológicamente significativas provendría de creencias compartidas en los trabajos de Hanson, Kuhn y Feyerabend en los años sesenta, creencias que hasta nuestros días han servido de base a una buena parte de la filosofía de la ciencia. Todos estos filósofos siguen el neopositivismo (y las doctrinas empiristas en general) al otorgar a la observación un papel central en sus teorías de la ciencia. La vuelta de tuerca consiste en concebir la observación como *indefectiblemente* cargada de teoría. Ahora bien, si se acepta la tesis de que los fenómenos son observables, entonces podría argüirse que por lo menos es admisible asimilar la supuesta autonomía de las tradiciones experimentales a un tipo más de dependencia de las observaciones con respecto a las teorías.

La tesis de la carga teórica de las observaciones, implícita o explícitamente (como en los escritos de Feyerabend y Churchland),⁴ implica que todo enunciado puede ser observacional dada una teoría apropiada, y que no hay más

⁴ Véanse, por ejemplo, Feyerabend, 1975 y Churchland, 1979.

en el concepto de observación que ese tipo de dependencia de teorías.

Sin embargo, esta versión fuerte de la tesis de la carga teórica es bastante cuestionable. Sin entrar en detalle, sólo mencionaré aquí algunos argumentos que pueden esgrimirse en su contra. Hay varios trabajos en psicología (en psicolingüística y psicoantropología) que muestran que existe un nivel de “objetos básicos” en la experiencia de los seres humanos que son el punto de partida para la construcción de conceptos y patrones de razonamiento comunes a todos los seres humanos. (Véase Rosch 1978, Rosch y Mervis 1975, Markman 1989.) La existencia de este “nivel básico” fundamenta el acuerdo, en seres humanos de culturas muy diferentes, acerca del carácter “observacional” de ciertos conceptos expresados en frases o palabras cortas (véase, por ejemplo, Lakoff, 1986). Estos trabajos no muestran la falsedad de la tesis de la carga teórica de las observaciones, pero sí muestran la necesidad de restringir las implicaciones de esa tesis en cuestiones epistemológicas (y en particular evitar los excesos ampliamente conocidos de autores como Churchland y Feyerabend). Otro tipo de argumentos que muestran la necesidad de limitar las implicaciones de la tesis de la carga teórica de las observaciones en epistemología, surge del reconocimiento de una ambigüedad importante en el papel central que se le otorga tradicionalmente a la observación en la ciencia (Bogen y Woodward 1988). Los datos que constituyen la evidencia son observables, pero los fenómenos muchas veces no lo son. Las teorías predicen y explican hechos acerca de fenómenos (entre otras cosas), pero no predicen ni explican datos. Por ejemplo, una reacción en cadena o el proceso de transmisión hereditaria de una característica son fenómenos. Podemos detectar esos fenómenos pero, estrictamente hablando, no podemos observarlos. La detección requiere muchas veces análisis estadístico de datos y sólo se habla

de observar, en un sentido metafórico, en referencia al análisis estadístico de datos que culmina en la tesis de que el fenómeno se ha detectado.⁵

Este mismo tipo de ambigüedad en el uso del concepto de observación es el que explota Latour (1990) cuando caracteriza “la fuerza y la razón de un experimento” de la siguiente manera: “Each recorded experiment is fodder for thought, for the agonistic field back home [...] This is why there is so little difference between *observation* and *experiment*, as often noted by Claude Bernard” (p. 56). Latour malentiende el comentario de Bernard, quien distinguía entre dos tipos de observaciones: pasivas y activas; hacer la distinción era muy importante para formular claramente cuál era el método científico. La observación en el sentido activo tiene que ver con la intervención (en el sentido de Hacking) y no es el tipo de cosa que se piensa llevar de regreso a casa. Esta confusión entre experimento, en el sentido de observación pasiva, y observación en el sentido activo está emparentada muy de cerca con la confusión entre observación y fenómeno mencionada anteriormente. Creo que es importante mantener esta distinción para poder rechazar lo que también Latour quiere rechazar: la idea de que un experimento es “un descubrimiento, un develar, una imposición, un sintético *a priori*, la actualización de una potencialidad, etc.”, sin rechazar el papel de la razón en la ciencia.

Entre los sociólogos del conocimiento, la convicción bastante generalizada de que la psicología cognoscitiva no tiene nada que ofrecer a la discusión acerca de la estructura

⁵ Hay otros argumentos empíricos que sugieren que la tesis de la carga teórica es falsa. Fodor (1983), por ejemplo, arguye contra ella basándose en la tesis de la “modularidad de la mente”. Creo que pueden elaborarse argumentos similares sobre bases más firmes reformulando ligeramente los resultados de E. Rosch y otros en contra de la tesis de una inteligencia indiferenciada.

de la ciencia parece fundamentarse en la idea de que la introducción de la racionalidad como recurso explicativo implica comprometerse con el dogma de la unidad de la razón. Por ejemplo, creo que esta asociación tácita está en el fondo de la tesis de Latour (cap. 5, 1987), según la cual las evaluaciones racionales siempre pueden revertirse, y por lo tanto, estas evaluaciones deben verse más como meros recursos retóricos que como adjetivos que no marcan una diferencia respecto de la naturaleza de una tesis.

Incluso pragmatistas como Hacking y Laudan rechazan la importancia que tiene el estudio de la racionalidad en la ciencia por razones que parecen originarse en esta identificación del dogma de la unidad de la razón con el papel de la razón en la ciencia. Laudan (1977) trata de abandonar toda preocupación por el tema de la racionalidad en la ciencia identificándola con el concepto de progreso. En 1987, Laudan va más lejos: en este trabajo trata de desterrar toda preocupación por la racionalidad esgrimiendo la tesis de que la evaluación de metodologías, que es el núcleo de la filosofía de la ciencia, según Laudan, no tiene nada que ver con el problema de evaluar la racionalidad de científicos del pasado. Sin embargo, como Doppelt arguye en contra de esta tesis, del argumento de que nuestra metodología contemporánea es irrelevante para evaluar la metodología de científicos del pasado, no se sigue que sea irrelevante *para la racionalidad presente de los científicos* (Doppelt, 1990, p. 7). Hacking (1983) considera que el reconocimiento de la existencia de tradiciones experimentales va aparejado al reconocimiento de que la racionalidad como problema filosófico tiene muy poco que ver con la ciencia.⁶ Esta actitud

⁶ Hacking (1983, p. 14) habla de la razón en la filosofía de Feyerabend como sigue: “There are many rationalities, many styles of reason, and also good modes of life where nothing worth calling reason matters very much”, y luego prosigue diciendo: “My own view of rationality is too much like that of Feyerabend to discuss it further.” Un poco más

de desdén con respecto al papel de la racionalidad en cuestiones de cambio científico parece tener el mismo origen: el rechazo al dogma de la unidad de la razón con todo y la razón en cuestiones epistemológicas. De aceptarse la “fragmentación de la razón” y *por lo tanto la pertinencia de las ciencias empíricas para entender la noción de la racionalidad*, la actitud de Hacking y Laudan sería prematura.

2. *La tesis de las diferentes tradiciones*

No es éste el lugar para entrar en detalle acerca de las diferencias que históricamente pueden detectarse entre diferentes tipos de tradiciones en la ciencia, y en particular entre tradiciones experimentales y tradiciones teórico-matemáticas. Pero un breve recordatorio de algunas de las principales diferencias entre las tradiciones experimentales y las teóricas será útil.

En una *tradicón teórico-matemática* (a la que simplemente de ahora en adelante me referiré como tradición teórica), el razonamiento es o trata de ser sobre todo deductivo (matemático), mediante la estructuración axiomática, o en términos de modelos matemáticos, de las creencias de lo que se considera es el caso. El objetivo central consiste siempre en la modificación sincrónica de las creencias de forma que las teorías expresen consistentemente, de la manera más simple e informativa posible, y *por medio de reglas de inferencia universales*, lo que creemos es el caso. *Una regla de inferencia universal* es aquella que se aplica *independientemente del contexto* y, en particular, que se aplica independientemente del contenido de los juicios en cuestión. Esta búsqueda por la generalidad encaja natu-

adelante Hacking hace explícita la idea sugerida en la cita anterior: “Rationality is of little moment in science” (p. 15).

ralmente con la búsqueda por la incorporación de la mayor cantidad posible de razonamiento formal (matemático y lógico) que se caracteriza por el uso de reglas deductivas de inferencia, es decir, las reglas universales paradigmáticas.

En una tradición teórica siempre se trata de pasar de teorías formuladas cualitativamente a la construcción de modelos teóricos que permitan una cuantificación de la teoría y, mediante esa cuantificación, la posibilidad de contrastar con mayor precisión dicha teoría con los resultados de los experimentos. Por ejemplo, la cuantificación de la teoría de la selección natural realizada por Haldane en una serie de trabajos famosos, en los años veinte y treinta, es un típico ejemplo del tipo de matematización del razonamiento que es un objetivo primordial en las tradiciones teóricas.⁷ Antes de la consolidación de esta tradición teórica en genética de poblaciones realizadas por Haldane, Fisher y Wright, no puede hablarse de una tradición teórica claramente definida en la biología.

Las tradiciones experimentales se centran en la construcción y estabilización de fenómenos. La existencia de cierta autonomía del conocimiento elaborado en las tradiciones experimentales ha sido reconocida siempre por algunos autores, por ejemplo, Fleck en los años treinta, Kuhn en los sesenta, y por muchos autores contemporáneos. Los experimentos, en las tradiciones experimentales, nos dice Kuhn (1977), no se utilizan para inferir algo de las teorías, como es el caso de los “experimentos pensados” de los teóricos, sino, más bien, se utilizan para generar cono-

⁷ En el primer artículo de la serie, Haldane principia diciendo que: “A satisfactory theory of natural selection must be quantitative. In order to establish the view that natural selection is capable of accounting for the known facts of evolution we must show not only that it can cause a species to change, but that it can cause it to change at a rate which will account for present and past transmutations.” (Tomado de Provine, 1971, p. 170.)

cimiento científico *autónomo*. Hacking y otros “filósofos del experimento” han recalcado que esta autonomía surge de la estabilidad de los fenómenos con respecto a las teorías alternativas que pueden utilizarse para describirlos. Aquí quiero, sin embargo, recalcar un sentido importante de autonomía que va más allá de este sentido de autonomía relacionado con teorías alternativas.

La autonomía de los fenómenos no se da sólo con relación a las teorías alternativas que pueden describir esos fenómenos, sino que es una consecuencia del hecho de que los fenómenos son “construcciones” históricas. Un fenómeno es una construcción, y no un mero descubrimiento, en la medida en que no es posible explicar la estabilización de los fenómenos como una mera determinación de las condiciones iniciales apropiadas para la generación de regularidades que constituyen ejemplificaciones de leyes universales de la naturaleza (véase más adelante la discusión acerca del presupuesto newtoniano para una justificación y elaboración de esta idea). Un fenómeno no es sólo autónomo con relación a teorías, es también autónomo en el sentido de que existe en el contexto de un linaje de fenómenos y, como las especies biológicas, su individualización es una consecuencia de su historia. La historia pertinente en este caso es la de la ciencia y la tecnología. La autonomía se manifiesta en el atrincheramiento del fenómeno a través de su incorporación en la construcción de otros fenómenos y en su atrincheramiento en aplicaciones tecnológicas y modelos teóricos. Básicamente, estas características de los fenómenos es lo que Rheinberger (1993) llama la *reproducción diferencial y el espacio de representación* de un “sistema experimental”. Un aspecto importante de la autonomía de los fenómenos es lo que Rheinberger llama la “resonancia” de los fenómenos (o “sistemas experimentales” en la terminología de Rheinberger).

Las tradiciones, tanto experimentales como teóricas, utilizan cada vez más modelos matemáticos y simulaciones en computadoras; pero mientras que en las tradiciones teóricas estos modelos se construyen como parte de la elaboración de una estructura teórica (que establece los fines y la pertinencia de los modelos), en las tradiciones experimentales los modelos se utilizan como herramientas para identificar causas (y, en particular, para distinguirlas de meras correlaciones en la evidencia empírica) que, a su vez, se utilizan para la construcción y estabilización de fenómenos.

Esta distinción entre las tradiciones experimentales y las teóricas puede ejemplificarse de manera bastante clara en algunas disciplinas, pero en otras la distinción se vuelve difusa. En todo caso, no pretendo que esta distinción pueda hacerse en todas las disciplinas de manera uniforme. El punto importante que quiero defender en este trabajo es que la diversificación de la ciencia en diferentes tradiciones, y en particular la distinción clara entre tradiciones experimentales y teóricas en varias disciplinas que se ha dado de hecho en la ciencia, refleja importantes aspectos distintivos de la estructura de la racionalidad humana que han entrado a formar parte de la estructura de la ciencia.

3. Dos tipos de reglas de inferencia

En la ciencia, las tradiciones teóricas tratan de estructurar las creencias de un campo del conocimiento por medio de reglas de inferencia (con dominios) de validez universal. Estas reglas son muy útiles para sistematizar sincrónicamente las creencias, fin primordial de una tradición teórica. Sin embargo, estas reglas universales de inferencia no son necesariamente la mejor herramienta para efectuar los cambios de creencia ni la modificación o iniciación de acciones que resultan de los cambios en la información que

obtenemos de nuestra experiencia, en relación con fines epistémicos muy diversos.

El *modus ponens* es una regla de la lógica con validez universal, si $p \rightarrow q$, y p entonces q , independientemente del contenido de p y q . Sin embargo, como a Harman y a Thagard les gusta recalcar, las leyes de la lógica no nos dicen nada acerca de cómo proceder para cambiar nuestras creencias (véase el capítulo 1 de Harman, 1986, para una discusión de este punto). Por ejemplo, supongamos que tenemos la creencia de que $p \rightarrow q$ y posteriormente observamos un suceso que nos lleva a creer $\text{no-}p$. Algo tiene que revisarse, pero la lógica no nos dice qué. Siendo así, si lo que queremos es localizar patrones de inferencia (y más en general patrones de razonamiento) normativos, patrones que podamos tomar como punto de referencia para formular en ese marco problemas de cambio científico, es necesario que los busquemos más allá de la lógica.

En muchas ciencias en las que se utiliza la estadística como principal norma generadora de reglas de inferencia aceptadas en la disciplina, con mucha frecuencia se da por hecho que la estadística así como la lógica deductiva, incluye reglas de inferencia con validez universal. Esto es simplemente un error muy difundido que, como veremos, es bastante significativo. Así como hay varias interpretaciones de la probabilidad hay también varias teorías de la inferencia estadística que difieren en la evaluación de casos importantes. En la historia de la estadística es famosa la discusión entre la escuela de Neyman-Pearson y la escuela de Fisher. Ambas pretenden modelar correctamente el juicio probabilístico y servir de norma.

Si bien muchas veces se enseña la estadística como si hubiera un sólo patrón de inferencias estadísticas, y las diferencias entre las distintas teorías tienden a minimizarse, hay de hecho divergencias importantes. Es simplemente falsa la impresión que se da muchas veces de que la esta-

dística es un marco normativo para juicios probabilistas formulado (o formulable por lo menos) en términos de reglas no contextuales de inferencia. Me parece que la gran popularidad que tienen la interpretación bayesiana de las probabilidades y la teoría bayesiana de la inferencia está relacionada con este hecho. Esta interpretación presenta el cálculo de probabilidades como si apoyara las reglas no contextuales de inferencia.

El bayesianismo es una teoría de la metodología científica que parte de una interpretación personalista o subjetivista de las probabilidades. La metodología bayesiana consiste en modelar todo proceso inductivo como una computación de una distribución de probabilidad posterior a una distribución *a priori* correspondiente. El método bayesiano es independiente de un contexto en tanto que:

(i) Se aplica por igual a todas las hipótesis, no marca una diferencia entre hipótesis deterministas y estadísticas (como lo hacen otras metodologías estadísticas);

(ii) si bien el método bayesiano parte de una distribución *a priori* que refleja las opiniones (prejuicios, idiosincrasias, etc.) de una persona, la conclusión no es idiosincrásica en la medida en que conforme tenemos más datos de observaciones precisas, sus diferentes aspectos subjetivos de los datos tienden a neutralizarse y a perder peso en la conclusión. Dos personas pueden partir de opiniones muy divergentes, pero si son racionales (no dogmáticos) tenderán a coincidir en predicciones de futuras observaciones en la medida en que mayor cantidad de observaciones precisas sean tomadas en cuenta en la predicción (véase, por ejemplo, Edwards *et al.*, 1963).⁸

⁸ Una presentación bastante clara del papel que desempeña la inferencia estadística en la caracterización del razonamiento científico desde el punto de vista del bayesianismo aparece en Howson y Urbach, 1989.

En resumen, el método bayesiano es independiente de un contexto en el sentido de que *estadísticamente*, en el dominio de los grandes números, las reglas de inferencia, una vez asumida una distribución *a priori*, llevan de ciertas premisas a una conclusión unívoca. En estas condiciones, la conclusión no depende de factores subjetivos o de otro tipo de factores contextuales pertinentes.

Ahora bien, incluso si aceptáramos la teoría de inferencia bayesiana como el ideal buscado, en el sentido de que toda inferencia estadística puede modelarse como una inferencia bayesiana, esto no sería suficiente para considerar este patrón de inferencia estadística *como independiente de un contexto*. Esto es así porque el método bayesiano requiere de probabilidades iniciales que constituyen el punto de arranque para la aplicación del método. Sin embargo, la única manera como pueden generarse estas probabilidades es interpretando el contexto de aplicación.⁹ Ahora bien, no creo que sea aceptable el bayesianismo como un modelo de

⁹ En la literatura hay una serie de sugerencias que tratan de evitar esta referencia al contexto de aplicación del método bayesiano. Un intento reciente por superar esta dificultad es el trabajo de Li y Vitanyi, 1989. Ellos introducen una distribución universal de probabilidades *a priori* (modificando una propuesta de Solomonoff). Estas propuestas, sin embargo, adolecen de dos defectos profundamente significativos para nuestra discusión. En primer lugar, estas teorías utilizan el concepto de complejidad de Kolmogorov y, en particular, la función $K(x)$ que mide la complejidad de una sucesión (véase Martínez, 1990a, para una presentación y discusión pertinente de estas ideas). El problema empieza con el hecho de que la función $K(x)$ no es computable. Como muestran Li y Vitanyi, la posibilidad de encontrar aproximaciones computables a estas funciones no es satisfactoria porque nunca podemos saber qué tan cerca estamos de la función no computable. Otra dificultad pertinente en nuestro proyecto presente es que estas teorías de la inducción confunden el concepto de probabilidad inicial con el de probabilidad primaria. Lo que es pertinente en la utilización de la fórmula de Bayes para hacer una buena inducción son las probabilidades iniciales, que de alguna manera representan nuestro medio ambiente, no las generadas por una distribución primaria. Incluso si pudiera justificarse la existencia de una distribución universal de pro-

todo razonamiento científico, y en particular no puede considerarse un modelo aceptable de la manera como se razona en las ciencias experimentales o en las ciencias indiciales como la medicina. El tipo de razonamiento involucrado en la construcción y estabilización de un fenómeno, o el tipo de razonamiento involucrado en un diagnóstico médico, típicamente no pueden modelarse como un proceso que va acumulando observaciones precisas.

Otro intento por formular una metodología basada en la caracterización de reglas universales de inferencia es la lógica inductiva de Rudolph Carnap, a quien puede verse como la culminación de una tradición que se remonta a Bernoulli y Leibniz, que ha buscado interpretar el cálculo de probabilidades como una lógica más general que la deductiva. La idea es caracterizar una relación de implicación parcial entre cualesquiera dos proposiciones, tal que el grado en el que a implica b se mide por medio de una probabilidad condicional única, y este grado de implicación refleja el grado de creencia que sería racional atribuir a b en el supuesto de que toda nuestra información pertinente esté restringida a a . La claridad de la formulación de Carnap permitió llegar a la conclusión de que todo proyecto de este tipo involucra una relativización respecto al lenguaje formal utilizado que afecta las distribuciones de probabilidad a las que lleva el método, y que por lo tanto este tipo de propuestas no caracterizan reglas universales (no-contextuales) de inferencia.

El bayesianismo fracasa al tratar de articular una metodología constituida por reglas no contextuales de inferencia. También Carnap fracasa en el intento de formular una lógica inductiva con reglas probabilistas de inferencia no

babilidades primarias, esto no resolvería el problema importante para establecer una lógica inductiva en el sentido de una teoría de inferencia estadística con reglas universales de validez.

contextuales. Sin embargo, la filosofía muchas veces se hace sin considerar o reconocer que ese fracaso tiene profundas implicaciones a todo lo largo y lo ancho de la filosofía de la ciencia. No es una casualidad que Carnap haya promovido con ardor el proyecto historicista de Kuhn en la filosofía de la ciencia. Una vez que el proyecto de fundamentación de una metodología de reglas no contextuales se abandona, la única posibilidad que queda es un tipo de fundamentación no lógica (en el sentido estricto, *i.e.*, con reglas contextuales) de los esquemas de inferencia en la ciencia, y esa fundamentación tiene entonces que darse en relación con las creencias específicas, valores y fines en cuyo contexto tiene que utilizarse la regla de inferencia. *En este sentido, las reglas de inferencia estadística son reglas heurísticas.* En la sección 5 introduzco el concepto de regla heurística y hago ver su importancia para la caracterización de patrones de razonamiento.

4. *Dos presupuestos de la tradición*

La idea de que hay diferentes tradiciones científicas que cultivan diferentes tipos de razonamiento científico va en contra de dos presupuestos de la filosofía de la ciencia tradicional. Es necesario hacer explícitos estos presupuestos y cuestionarlos para que la idea de una autonomía epistemológicamente significativa de las tradiciones experimentales (y en general de la diversidad de tradiciones) sea verosímil. Uno de estos presupuestos, como veremos, está íntimamente ligado al dogma de la unidad de la razón.

La *presuposición newtoniana* consiste en suponer que existe de hecho en el mundo una distinción entre los aspectos necesarios (las leyes de validez universal) y los aspectos contingentes que entran como meras condiciones antecedentes en las explicaciones científicas. La *presuposición laplaciana* consiste en suponer que los agentes racionales

que hacen ciencia no tienen restricciones en sus capacidades computacionales, o de memoria, o que, en todo caso, estas restricciones no tienen implicaciones epistemológicas que un modelo filosófico de la ciencia deba tomar en consideración.

En otros artículos he examinado las diferentes formulaciones alternativas de la presuposición newtoniana y he hecho ver que hay buena evidencia empírica en la ciencia contemporánea contra esta presuposición.¹⁰ Aceptar que la distinción entre condiciones iniciales y leyes no es más que una convención útil, producto del uso generalizado de cierto tipo de modelos matemáticos, implica que las leyes fenoménicas, las regularidades que resultan de la estabilización de fenómenos, no pueden verse como meras regularidades explicables por las leyes teóricas. Ni tampoco la objetividad de un fenómeno puede reducirse a la supuesta objetividad de una ley teórica general (independiente del contexto) que resulta ejemplificada en el fenómeno.

El abandono de la presuposición newtoniana permite la consideración de un aspecto importante de la autonomía de las tradiciones experimentales en la ciencia. La presuposición newtoniana fundamentaba la creencia de que el conocimiento que se obtiene de la construcción de los fenómenos consiste en el descubrimiento de las regularidades que las leyes de la naturaleza predicen (y explican). El establecimiento de los fenómenos debe entenderse más bien como el descubrimiento de una manera en la que operan las leyes universales de la naturaleza. Pero si la presuposición

¹⁰ En Martínez, 1990b, hago ver que el carácter problemático de la mecánica cuántica parece provenir en gran medida de las dificultades de interpretación de una física que niega la validez de la presuposición newtoniana. En Martínez, 1991, hago ver que es necesario negar la presuposición newtoniana para poder desarrollar un análisis matemático apropiado del holismo característico de los sistemas cuánticos y de los sistemas biológicos.

newtoniana se rechaza, no hay entonces base para inferir que las regularidades que se expresan en los fenómenos contruidos en circunstancias muy específicas tengan algo que ver con las supuestas regularidades que describen las leyes universales de la naturaleza.

Abandonar la tesis newtoniana implica que no es posible interpretar las regularidades fenoménicas como el descubrimiento de ejemplificaciones de una regularidad última universal que sería descrita por una ley de la naturaleza. Las regularidades de los fenómenos son regularidades que no existen independientemente de las condiciones experimentales que las crean. Estas condiciones iniciales involucran típicamente otros fenómenos estabilizados y, en este sentido, el abandono del presupuesto newtoniano implica reconocer cierto tipo de dependencia contextual de los fenómenos. La objetividad de un fenómeno tiene que referirse a la manera como se construye y se estabiliza en relación con otros fenómenos (con respecto a los fenómenos que entran en su construcción y con respecto a aquellos en los que entra como parte).

Esto permite formular un sentido importante en el que las tradiciones experimentales son autónomas. Los fenómenos que estas tradiciones determinan son en realidad “construcciones”, y no meros ejemplos de la operación de leyes. Por ejemplo, los rayos láser no parecen haber existido en nuestra región del universo con anterioridad al siglo XX, cuando fueron creados por medio de procedimientos tecnológicos apropiados. Si asumimos la presuposición newtoniana, podemos decir que los rayos láser fueron descubiertos, puesto que todo lo que se hizo en el laboratorio fue hacer explícitas ciertas condiciones de su producción que ya existían de hecho en el mundo; idealmente es posible derivar esas condiciones de las teorías fundamentales de la física y, en última instancia, de las leyes universales que son el núcleo de esas teorías. Pero si no asumi-

mos la presuposición newtoniana, entonces no es viable interpretar la producción de rayos láser como un descubrimiento, porque no estamos simplemente haciendo una derivación más de una ley fundamental, sino refiriéndonos a algo que existe como una construcción. Ahora bien, el hecho de que un fenómeno sea construido no implica que la construcción sea intencional (o tenga que serlo). El ADN es una construcción del mecanismo de la selección natural, y los organismos vivos son una construcción del ADN en el sentido pertinente. Decir que el efecto fotoeléctrico o el ADN son construcciones y no descubrimientos traslada el énfasis de enunciados de existencia acerca de lo que existe con independencia de toda manera de transformación por algún mecanismo que involucra factores contingentes, al hecho de que tanto el efecto fotoeléctrico como el ADN son el *resultado* de un proceso que involucra la acción de diferentes mecanismos de selección en cierto contexto o medio ambiente que tiene como resultado estable cierto objeto con propiedades causales específicas.

Hacking (1983) ha elaborado esta idea de la construcción de fenómenos con ejemplos convincentes, aunque él parte de cierta concepción pragmática de la realidad como manipulación que restringe el alcance de sus conclusiones (véase Martínez, 1993).

El supuesto laplaciano consiste en suponer que los científicos tienen, por lo menos en principio, las capacidades cognoscitivas de las “vastas inteligencias” de Laplace. Estas inteligencias serían capaces, dada la información acerca de las condiciones iniciales, de predecir el movimiento de los astros, así como de todos y cada uno de los átomos. Las inteligencias laplacianas tendrían la capacidad para procesar información sin límites de tiempo o espacio. Sin embargo, hay una serie de razones que sugieren que esta presuposición tiene que abandonarse.

El abandono de este presupuesto tiene implicaciones en contra del dogma de la unidad de la razón, ya que la negación del presupuesto laplaciano implica que el razonamiento está predominantemente basado en reglas heurísticas, y que la naturaleza misma de esas reglas hace que el razonamiento sea contextual de la manera que precisamente apoya la tesis de la autonomía.¹¹

5. *El argumento por la autonomía*

Principio introduciendo un poco de terminología básica requerida para elaborar con un mínimo de precisión el argumento. Un algoritmo es un sistema preciso de instrucciones que puede programarse en una computadora para dar solución a cualquier ejemplo (o caso) de un problema. La corrección de un algoritmo es independiente de la situación en la que se aplica. Una regla heurística, por el contrario, es un sistema de instrucciones que genera una respuesta correcta en algunos casos pero no en otros. La *eficiencia* de un algoritmo depende de cómo aumenta el tiempo de ejecución con la cantidad de la información de entrada. La información de entrada es el caso particular del problema que el algoritmo debe supuestamente resolver. Un algoritmo para el que el tiempo de ejecución aumenta exponencialmente con respecto a la cantidad de información de entrada se conoce como algoritmo de tiempo exponencial. Nótese que una regla universal de inferencia sería un algoritmo.

En su libro *Minimal Rationality* (1986), Cherniak muestra que es inadmisibles que incluso inferencias lógicas

¹¹ El argumento que desarrollo en la próxima sección en favor de la autonomía de tradiciones científicas puede verse como un argumento independiente que apoya la conclusión de los argumentos de Harman y Stich en contra del dogma de la unidad de la razón. Esta conexión se establece con más detalle en Martínez, 1995.

básicas sean llevadas a cabo en nuestro cerebro por medio de procedimientos formales (algoritmos) que garantizarían su solución. Hay problemas lógicos muy simples, entre los que se incluye el problema de derivar todas las tautologías, que sólo parecen tener solución por medio de algoritmos de tiempo exponencial. Si estas tareas fueran llevadas a cabo en el cerebro por medio de algoritmos, Cherniak muestra que nuestro cerebro tendría que tener una capacidad de cómputo y de almacenamiento de memoria que *fisicamente* no es posible que tenga.

Por otro lado, una serie de investigaciones en psicología del razonamiento ha mostrado convincentemente que una serie de razonamientos se llevan a cabo por medio de reglas heurísticas.¹² Es más, la estructura de estas reglas heurísticas es lo que se espera como el resultado de un proceso evolutivo (véanse Campbell, 1990; Wimsatt, 1986, y Martínez, 1995). En una primera aproximación, una regla heurística es aquella cuya utilidad (o la decisión de si se aplica o no) depende del contexto (medio ambiente) en el que se aplica. Procederemos ahora a caracterizar el tipo de estructura de reglas heurísticas que según estos resultados caracterizan el razonamiento y, en particular, guiarían el cambio de creencias involucrado en por lo menos buena parte del cambio científico.

Las reglas heurísticas son procedimientos que generan una respuesta correcta en ciertas circunstancias, pero no en otras. El dominio de acción óptima o simplemente el dominio de una regla heurística es el conjunto de entradas (*inputs*) para los que la regla es muy eficiente, precisa y/o confiable (según un criterio de confiabilidad y eficiencia que se establece de manera convencional pero no arbitraria). Otra característica importante de una regla heurística

¹² Dos colecciones clásicas de este tipo de investigaciones pertenecen a Kahneman, Slovic y Tverski, 1982 y a Nisbett y Ross, 1980.

es que la aplicación consiste en la reducción de un tipo de problema a otro, por medio del establecimiento de criterios de similitud que no existen independientemente de ella (véase Wimsatt, 1980 y 1986). Un problema se asimila a otro en el contexto de la aplicación de una regla heurística. Por ejemplo, un curso típico de ecuaciones diferenciales para ingenieros consiste en proporcionar al estudiante cierta fluidez en el uso de las reglas heurísticas que se utilizan para identificar una ecuación de cierto tipo y, por lo tanto, a partir de esa identificación tratar un método de solución. Llamaremos *estructura heurística* a un conjunto de reglas heurísticas organizadas jerárquicamente que se utilizan para la solución de un tipo específico de problemas. Un conjunto de reglas heurísticas está jerárquicamente organizado si se satisfacen las siguientes condiciones:

- (i) En el caso de que dos reglas heurísticas tengan dominios de acción óptimos traslapados, existe una (meta)-regla heurística que permite decidir cuál de las dos reglas o qué nueva regla se aplica en esos casos.
- (ii) Existen secuencias de reglas que se aplican en un cierto orden a la solución de problemas. Por lo general, estas secuencias no pueden modificarse, pero hay casos en los que dos o más pasos de la secuencia pueden intercambiarse con respecto a todos los problemas en los que se aplica la secuencia de reglas en cuestión.

Una estructura heurística incluye dos tipos de reglas: *reglas de reducción* y *reglas de operación*. Las reglas de reducción nos dicen cómo descomponer un problema en subproblemas. Las reglas de operación nos dicen cómo resolver estos subproblemas que surgen de la aplicación de las reglas de reducción. Las reglas de reducción pueden ser agregativas o no-agregativas. Las reglas agregativas de reducción se aplican literalmente al problema y lo descom-

ponen en subproblemas a los que se aplican las reglas de operación. En ese caso, la solución del problema original consiste en la mera agregación de los resultados parciales.

Muchas veces, sin embargo, la reducción del problema a subproblemas involucra la transformación de un problema a otro similar y, en este caso, la aplicación de las reglas de reducción no es agregativa, la solución del problema original no es exactamente la mera agregación de los resultados parciales sino que depende del grado de similitud de los dos problemas.

Entre las reglas más importantes de operación están las de inferencia contextuales, y entre esas reglas contextuales, las más importantes —en la ciencia contemporánea, por lo menos—, son sin lugar a dudas las reglas estadísticas de inferencia. Una regla de inferencia es contextual si la inferencia que permite es correcta cuando se satisfacen ciertas condiciones de aplicación que no pueden determinarse de manera mecánica (por medio de un algoritmo), o si la aplicación correcta de la regla depende del contenido. Los diferentes modelos de estructuras heurísticas que se están explorando en la literatura resuelven los problemas acerca de cómo se decide la aplicación de una regla, y no de otra, en casos de dominios traslapados de diferentes maneras, pero coinciden en denominar el esquema de estructura al que me refiero con el nombre de estructura heurística.¹³

En general, los modelos inferenciales probabilísticos que se presentan en la literatura, y por las razones apuntadas anteriormente, son contextuales en el sentido en que estamos utilizando este término, ya que la solución de un problema requiere tomar en cuenta la estructura del medio ambiente, o el tipo de problema de que se trate, para decidir qué regla de inferencia es aplicable.

¹³ Véanse, por ejemplo, los modelos propuestos en Cheng y Holyak, 1985; Holland *et al.*, 1986; Johnson-Laird, 1983; Thagard, 1989; Cosmides, 1989, y Gigerenzer *et al.*, 1992.

Kahnevan y Tversky (1973, por ejemplo) están entre los pioneros en el estudio de las reglas de inferencia como reglas heurísticas; sin embargo, con respecto al procesamiento mental de las probabilidades de caso único, ellos suponen que es la fórmula de Bayes la que respalda toda inferencia correcta y que, por lo tanto, es posible utilizar esta fórmula como norma del razonamiento probabilista para detectar desviaciones. Así, Kahnevan y Tverski suponen que el razonamiento probabilista correcto se reduce a la aplicación mecánica de la fórmula de Bayes a un problema real, y esto sugiere la existencia de un canon no contextual normativo de racionalidad ideal probabilista. Sin embargo, como Gigerenzer hace ver en 1991a, la supuesta normatividad no contextual de las reglas de inferencia probabilista que ellos manejan surge de la confusión entre diferentes interpretaciones de la probabilidad. Kahnevan y Tversky siguen la tradición de los textos escolares de estadística que tiende a suponer que hay una teoría de la inferencia estadística que puede tomarse como norma universal de los juicios estadísticos, algo que en la sección 3 vimos que no es sostenible. El problema importante de fondo es el origen de la normatividad de ciertas reglas o patrones de inferencia que deben existir para que tenga sentido hablar de la ciencia como una empresa racional (y que parecen existir en la historia de la ciencia). Kahnevan y Tversky suponen, como muchos filósofos y científicos, que aceptar la existencia de un aspecto normativo de los patrones de razonamiento científico requiere la existencia de un patrón de inferencia fundamental (basado en reglas de aplicación universal), en el sentido de que las inferencias que permita en situaciones ideales no dependen de un contexto. Como hemos visto, hay buenas razones para pensar que este tipo de proyecto no es más que un supuesto sin fundamento basado, en última instancia, en el dogma de la unidad (y la universalidad) de la razón. Indudablemente, si abando-

namos la idea de que la fórmula de Bayes, o cualquier otra regla de aplicación universal es en última instancia la vara con la cual podemos medir la corrección de un razonamiento probabilista, entonces parece que es muy difícil justificar la idea de que hay normas del razonamiento inductivo.

El tema de la relación entre lo normativo y lo descriptivo y, en particular, el problema de explicar en qué sentido y en qué criterios podemos hablar de normas en relación con modelos heurísticos del razonamiento es un tema muy importante que aquí sólo puedo tocar muy superficialmente. Lo que me interesa en este caso es hacer ver que es posible hablar de normas de razonamiento sin requerir que éstas sean universales.

Está claro que en la medida en que ser racional involucra que los cambios de creencia y la consecución de fines se guían por un cuerpo de reglas de inferencia que deben de tomarse como normas, el problema de clarificar la naturaleza de la normatividad es central para cualquier intento por clarificar la estructura de la racionalidad. Dos trabajos dan respuesta a este problema a partir de un análisis conceptual del papel que desempeña la consideración de fines en la caracterización de las normas son los de Kitcher (1990) y Thagard (1982), (que con algunas modificaciones corresponde al capítulo 7 de Thagard, 1989). Otra propuesta basada en consideraciones semánticas es la de Goldman, 1986. Sin embargo, me parece que el sentido en el que una estructura heurística es (o puede ser) normativa puede obtenerse a partir de una modificación de una propuesta de Stich (1990).

Stich considera que la normatividad epistémica de las normas puede expresarse como una preferencia por el conjunto de reglas que, con mayor probabilidad, llevaría a la consecución de fines que son intrínsecamente valorados por la persona cuyos intereses son pertinentes a los propósitos de la evaluación (Stich, 1990, p. 131). Esta respuesta, como

Kornblith hace ver en 1993, está sujeta a la objeción que lleva a un relativismo muy difícil de sostener.

Ahora bien, si identificamos la estructura de normas no con personas sino con comunidades epistémicas que a su vez se insertan en tradiciones de razonamiento, entonces el relativismo inherente a esta posición se torna aceptable. La idea es que el origen de la objetividad a la que se refieren las normas no es caracterizable meramente en términos de alguna relación entre hipótesis y evidencia, sino que involucra los recursos cognoscitivos y, en particular, lo “cognoscitivamente dado”, a partir de lo cual se constituye la tradición. Las normas involucradas en la consecución de fines no son de personas individuales sino de comunidades de científicos que forman parte de tradiciones que buscan precisamente mantener *con continuidad histórica* ciertos estándares (que pueden ir cambiando lentamente) en relación con la consecución de sus fines epistémicos, pero que explotan siempre los mismos recursos cognoscitivos.¹⁴ Para los propósitos de este trabajo es suficiente esta mínima caracterización de la manera como aspectos normativos pueden hacerse compatibles con la no-universalidad de las normas.

6. Ejemplos de reglas heurísticas

Me parece importante hacer hincapié en que no estoy hablando de las reglas heurísticas de la manera como se entienden usualmente, como meras ayudas o atajos del razonamiento, sino como una descripción de la estructura

¹⁴ Kornblith, 1993, plantea una discusión sumamente interesante del problema de las normas en epistemología naturalizada; pero su propuesta en cuanto que éstas son un tipo especial de imperativos me parece inadecuada en la medida en que la motivación central de su propuesta es precisamente recuperar la *universalidad* de las normas, algo que, como he hecho ver, es precisamente una propiedad de las normas que una epistemología naturalizada no puede aceptar.

del razonamiento mismo. El siguiente ejemplo ayudará a aclarar estas ideas.

Para calcular una potencia fraccionaria como $a^{3/8}$ (donde a es una constante real) sin utilizar una calculadora electrónica, podemos usar el siguiente algoritmo. En primer lugar se transforma el problema en una serie de computaciones seriadas. Primero calculamos a^3 ; luego encontramos la raíz cuadrada del resultado siguiendo el algoritmo bien conocido desde la escuela primaria; después calculamos una vez más la raíz cuadrada del resultado, y finalmente, volvemos a obtener la raíz cuadrada del resultado. Éste es un proceso lento, bastante complicado y que muchas veces tiene que truncarse en más de un lugar debido a la imposibilidad de concluir los pasos requeridos por el algoritmo; por ejemplo, cuando encontramos un residuo periódico. Sin embargo, hay reglas heurísticas que aunque sólo nos permiten resolver este tipo de problemas de manera aproximada, son rápidas y ofrecen una aproximación satisfactoria para una buena cantidad de problemas prácticos. Una de las maneras más conocidas para resolver este tipo de problemas utiliza la llamada “regla de cálculo”, que fue ampliamente utilizada por los ingenieros hasta la popularización de las calculadoras electrónicas hace cerca de dos décadas.

La regla de cálculo consiste básicamente en dos reglillas de madera dura (o de otro material rígido) que se pueden deslizar paralelamente una con respecto a la otra. Ambas reglas contienen marcas y números que hacen de ellas reglas graduadas. Cada regla tiene varias escalas inscritas. En una escala, las distancias entre dos unidades corresponden a la diferencia entre sus logaritmos. En otra escala, la distancia entre los números marcados corresponde a la diferencia entre los logaritmos de los logaritmos de los números marcados. Haciendo uso de una propiedad básica de los logaritmos —el hecho de que el logaritmo de un producto es la suma de los logaritmos de los factores—,

podemos calcular aproximadamente el resultado de multiplicar dos números cualesquiera *en el intervalo representado en la regla*, por medio de un simple cálculo que consiste en obtener el algoritmo del producto a partir de la suma gráfica (que a su vez consiste en poner el principio de una escala en donde principia la otra) de los logaritmos correspondientes. De manera similar, podemos usar las escalas en las que se representan los algoritmos de los algoritmos para calcular potencias (y raíces). Así, la regla de cálculo asimila el problema de calcular productos y potencias al problema de sumar gráficamente algoritmos por medio del uso de una serie de reglas de reducción y de operación. En el ejemplo anterior, podemos descomponer el problema en una serie de problemas-paso que nos permiten encontrar $a^{3/8}$. Podemos calcular a^3 y luego “extraer” la raíz octava del resultado. Todos estos pasos, por supuesto, se llevan a cabo sumando gráficamente algoritmos y algoritmos de algoritmos.

En general, para resolver un problema específico hay que aplicar una serie de reglas (pasos) para descomponer el problema en varios subproblemas, y decidir las reglas de operación que se consideren más apropiadas en cada caso. Es posible, en un problema, aplicar una serie diferente de reglas, pero cada sucesión de reglas tiene por lo general cierto orden que debe respetarse para que la computación sea adecuada. Este orden, en la aplicación de reglas, es un ejemplo del punto (i) en la caracterización de una estructura heurística. En el ejemplo anterior, en el que el objetivo era el cómputo de $a^{3/8}$, es posible llegar al resultado utilizando otra sucesión de reglas, pero la precisión del resultado puede variar en consecuencia. Saber estimar qué secuencia de reglas (qué reducción) es más apropiada en un problema particular es parte de una meta-regla heurística.

Una regla de cálculo, y en general una regla heurística, incorporan una serie de compromisos con relación a una

serie de restricciones (*constraints*) que deben considerarse en su diseño. Es importante que el material del que se hace una regla de cálculo sea poco sensible a variaciones en su longitud física debido, por ejemplo a cambios climáticos. Es muy importante que las marcas sean lo más finas posibles, pero también que sean legibles, etc. El algoritmo descompone el problema en una serie de problemas que a su vez son resueltos por algoritmos más básicos; la regla de cálculo hace algo similar: transforma el problema por resolver en otro problema que puede ser resuelto más fácilmente, pero en el proceso pierde precisión *en principio*. Dada una regla heurística específica, hay cierta precisión que podemos alcanzar. El algoritmo, sin embargo, siempre nos permite calcular, con cualquier precisión deseada, el resultado de un problema. Si queremos más precisión, simplemente utilizamos más tiempo e incluimos más cifras en el cómputo.

Con la caracterización anterior de las reglas heurísticas podemos ilustrar cómo se ha utilizado la tesis laplaciana para apoyar cierta concepción de la epistemología. La tesis laplaciana sugiere que, si bien nuestro cerebro utiliza reglas heurísticas para el procesamiento de la información de manera similar a como el ingeniero puede utilizar la regla de cálculo, también tiene un algoritmo (o por lo menos funciona como si pudiera recurrir a un algoritmo) que le permite tener un punto fijo de referencia con respecto al cual, en caso necesario, es posible calibrar la regla heurística. Por ello, la estructura de las reglas heurísticas y su dinámica, si bien pueden ser importantes desde un punto de vista pragmático, no lo son desde un punto de vista epistemológico.¹⁵

¹⁵ Kahneman y Tversky son capaces de mostrar las “deficiencias del razonamiento humano” en tanto que comparan las respuestas a ciertos experimentos con respecto al ideal de normatividad que ellos

Es como si reconociéramos que el ingeniero por lo general puede utilizar la regla de cálculo para hacer cálculos aproximados, pero en caso de que tuviera duda podría utilizar una supercomputadora para encontrar la respuesta correcta. De esta manera, las características de las reglas heurísticas, sobre todo su *dependencia del contexto* y su límite de precisión inherente, no tendrían por qué tomarse en cuenta a la hora de tratar de entender cómo razonamos en el sentido filosóficamente relevante. Podríamos decir que, si bien en la práctica razonamos con reglas, en principio, para la filosofía, el razonamiento puede hacer caso omiso de esas reglas y enfocar su atención a la estructura de la racionalidad ideal que la presuposición laplaciana hace creíble.

Negar la presuposición laplaciana, en nuestro ejemplo, implica que para resolver todos los problemas que se nos

consideran incuestionable: las reglas de inferencia de la lógica clásica y sobre todo el cálculo de probabilidades interpretado de manera bayesiana. Este ideal normativo, como hemos visto, es el producto de un espejismo cognoscitivo. Una vez que la existencia de este ideal normativo se cuestiona, no hay otra manera de proceder más que generando explicaciones de por qué se dan esas desviaciones del razonamiento con respecto a esas reglas estadísticas de inferencia, pero sin pretender que esas desviaciones sean “errores”. Este cambio de perspectiva es similar al que ocurrió respecto a la adaptación antes y después de Darwin. Para Darwin, los “defectos aparentes de una adaptación —por ejemplo, el hecho de que existan pájaros carpinteros en prados (sin árboles)— constituían huellas (*i.e.* evidencia) de la acción del mecanismo de selección natural. De manera similar, “los defectos” del razonamiento pueden verse como las “huellas” de estructuras de razonamiento diseñadas para fines diferentes a los que sirven en ciertos casos. El decir que los pájaros carpinteros que viven en los prados están mal diseñados es confundir dos niveles de conceptos. A menos de que hubiera un criterio de buen diseño que pudiera introducirse en la discusión, y en la teoría de la evolución se supone que no lo hay, no es posible apelar a un diseño ideal con respecto al cual se pueda considerar que es un “error” de la evolución la presencia de pájaros carpinteros en prados.

presenten en relación con el cambio de creencias en la ciencia, siempre tenemos que recurrir a reglas de cálculo.

Una vez que abandonamos la presuposición laplaciana, no hay ninguna razón para pensar que el razonamiento científico es un tipo especial de razonamiento que no estaría sujeto al tipo de dependencia del contexto que introduce la presencia de reglas contextuales de inferencia. A continuación presento evidencia adicional que apoya la tesis de que el cambio conceptual involucra el uso de reglas contextuales de inferencia.

Simon, Wimsatt, Bechtel, Richardson y Holland, entre otros, han hecho énfasis en la importancia de las reglas heurísticas en la descomposición de problemas muy complejos del tipo que surge de manera rutinaria en la biología, la ingeniería y las ciencias sociales. En particular, Wimsatt (1980) hace ver que en la construcción de modelos de selección grupal en la biología de poblaciones, algunos de los supuestos compartidos por simpatizadores y objetores de la selección grupal son poco realistas y sin duda alguna incorrectos desde un punto de vista biológico. Wimsatt hace ver que el uso de esos supuestos parece provenir de las limitaciones (*bias*) inherentes al uso de reglas heurísticas a partir de las cuales se construyen los modelos. La construcción de modelos en biología de poblaciones se guía por una serie de supuestos que provienen de compartir cierta estructura heurística para la construcción de modelos.

No es difícil mostrar que algo similar sucede en otras disciplinas. En la física, por ejemplo, hasta 1860 la construcción de modelos estadísticos utilizaba las probabilidades sólo para referirse a que se ignoraba cierta estructura mecánica determinista subyacente. En ese año, Maxwell abandona los lineamientos para la construcción de modelos asociada con esa estructura heurística tradicional y adjudica a sistemas físicos no observables (a moléculas de un gas) propiedades que sólo pueden medirse de manera probabi-

lista. Éste es el inicio de una verdadera revolución en la construcción de modelos estadísticos (en la física y posteriormente en otras ciencias) en la que se abandonan los lineamientos heurísticos anteriores y se empieza a explorar la construcción de modelos estadísticos que utilizan el supuesto de propiedades probabilistas de sistemas individuales para explicar las propiedades macroscópicas observables de sistemas físicos. En nuestra terminología, se introduce una regla nueva e importante para la construcción de modelos, y el éxito que ésta tiene para resolver los problemas que la comunidad de físicos se plantea como un fin hace que se propague y se diversifique rápidamente.

Otro ejemplo importante de cómo el abandono de cierta regla heurística y la introducción de otra en la construcción de modelos es crucial para explicarnos la introducción de una nueva serie de conceptos científicos tiene que ver con el surgimiento mismo del cálculo de probabilidades en el siglo XVII. Ha habido una gran controversia entre historiadores acerca de las razones que explican el surgimiento del cálculo en el siglo XVII (véase, por ejemplo, Hacking, 1975). Este caso es digno de atención porque, a diferencia de otros que introducen importantes conceptos en la ciencia, en éste los elementos matemáticos necesarios para la formulación de la teoría y los problemas que motivaron su formulación existían desde varios siglos atrás. Hay muchas respuestas a este problema, pero me parece que toda solución aceptable tiene que reconocer el hecho de que es sólo en el siglo XVII cuando se abandona una restricción implícita a la atribución de cantidades susceptibles de ser tratadas matemáticamente a cosas y procesos de la experiencia. Hasta el siglo XVII, sólo se atribuían números a cosas observables o manipulables de manera discreta (y sus partes). Los días (y sus partes: horas, minutos), un árbol (y sus partes: pedazos de madera o ramas), un poco de agua (y sus partes: un vaso de agua, por ejemplo). Nunca

se atribuía un número a algo que no fuera observable o no formara parte de algo observable, como a las expectativas de que algo suceda, al posible resultado de un viaje o a la posibilidad de que alguien esté diciendo la verdad.¹⁶

Precisamente, en el siglo XVII, varios matemáticos atribuyen, de manera sorprendentemente rápida y simultánea, números a este tipo de cantidades abstractas y comparativas, lo que permite la formulación de un cálculo de probabilidades y *del concepto de evidencia probabilista* (véase Hacking, 1975) con relativa independencia. Este ejemplo es particularmente significativo porque el resultado del abandono de la restricción asociada con la regla heurística anterior y la rápida aceptación de la nueva regla que permitía la asignación de números a cantidades abstractas no observables no desemboca en la formulación de una teoría, sino en el desarrollo rápido pero independiente de una serie de aplicaciones del cálculo de probabilidades en áreas muy diversas del conocimiento: cálculo de riesgos para las compañías de seguros, cálculo de la probabilidad de que un jurado condene a un inocente, etcétera.

El surgimiento del cálculo diferencial parece también requerir este abandono de la regla heurística tradicional que atribuía números sólo a cosas observables o a sus partes. El de velocidad es el tipo de concepto meramente comparativo (entre las cantidades de espacio y tiempo) que no tenía sentido asociar a un número, y mucho menos describir como una función. Hasta Newton, a la velocidad no se le asoció (de manera consistente) ningún número. En la época de Galileo y sus contemporáneos, la velocidad se describe como una proporción. El cálculo de la probabilidad de que

¹⁶ Esta restricción está, por supuesto, asociada a la concepción escolástica de la matemática y en particular a la tradición de “matemática mixta” en la que Pascal y Galileo (así como sus contemporáneos) se formaron.

se condene a un inocente, hecho por Jakob Bernoulli a mediados del siglo XVII, es un ejemplo típico del abandono de la heurística en cuestión. Bernoulli ya asigna números (que representan probabilidades) a cosas no observables. De manera similar, la cuantificación del peso de la atmósfera por medio del uso de una columna de mercurio hecha por Pascal es otro uso claro de este tipo de procedimiento. El peso de la atmósfera no es algo concreto ni observable en el mismo sentido que lo son los días. Éste es un caso claro de una regla heurística que se propaga rápidamente en una serie de nichos en los que tiene ventajas adaptativas (véase Martínez, 1995).

En su artículo de 1992, Solomon trata el tema de la pertinencia de las estructuras heurísticas a problemas del cambio científico en relación con el caso del cambio de una teoría contraccionista a la teoría de la deriva continental en geología. Éste es un ejemplo que se ha estudiado bastante y, por lo tanto, permite una comparación relativamente clara entre diferentes tipos de explicaciones. Solomon arguye que las características de disponibilidad, representatividad y proyección, características propias del pensamiento heurístico según Kahneman y Tversky (véase, por ejemplo, Kahneman, Slovic y Tversky, 1982), explican una distribución diferencial del esfuerzo cognoscitivo que, a su vez, explica el proceso por medio del cual se abandona el contraccionismo y se adopta el derivacionismo de mejor manera que una serie de explicaciones que se encuentran en la literatura. En particular, Solomon es capaz de explicar sobre esta base un hecho muy conocido pero que hasta ahora no había recibido explicación, el hecho de que son los geólogos que trabajan con material del hemisferio sur los que tienden a favorecer la explicación por deriva continental. Solomon explica esto apelando a la diferente relevancia con la que la evidencia pertinente se presenta a los geólogos que trabajan con materiales del hemisferio

sur y los que no. En este sentido, el trabajo de Solomon refuerza la conclusión de Wimsatt de que una serie de importantes controversias en las ciencias (que constituyen la materia prima del cambio conceptual) dependen del uso de diferentes recursos heurísticos para la construcción de modelos y la evaluación de la evidencia.

7. Las implicaciones del abandono de la presuposición laplaciana

El abandono de la presuposición laplaciana, y la aceptación de la caracterización de la racionalidad en términos de la disponibilidad de estructuras heurísticas, tienen una serie de consecuencias importantes para la formulación de problemas en la filosofía de la ciencia. Una de esas consecuencias tiene que ver con el tema de este trabajo, la caracterización epistemológica de la autonomía de las tradiciones en términos de la utilización de diferentes estructuras heurísticas, y de reglas contextuales de inferencia, en particular, adecuadas a los fines de la tradición y de los problemas específicos de las diferentes comunidades que constituyen la tradición. Las tradiciones experimentales generan cambios de creencias y planes en el contexto de reglas de inferencia asociadas con instrumentos y técnicas específicas diseñadas primordialmente para la construcción y estabilización de fenómenos.

Cierta habilidad para hacer estimaciones acerca de la estructura de un edificio no puede utilizarse para hacer un buen diagnóstico en medicina. Distinguir entre un artefacto y un rasgo presente en una preparación en el microscopio involucra un cierto tipo de razonamiento y la utilización y evaluación de recursos cognoscitivos específicos. En este sentido, el rechazo de la presuposición laplaciana implica también cierta autonomía de las diferentes tradiciones científicas y de las tradiciones experimentales en particular. Los

hechos no están sólo cargados de teoría, están cargados de razones.

8. *Conclusión*

Las diferentes tradiciones científicas están constituidas por estructuras de razonamiento (que involucran instrumentos y técnicas de experimentación así como modelos de organización y distribución del trabajo dirigidos a la estabilización de fenómenos) que varían, están sujetas a selección y se diversifican a lo largo de la historia de la ciencia. En la medida en que diferentes tradiciones se constituyen alrededor del despliegue de diferentes estructuras heurísticas, estas diferentes tradiciones son (más o menos) autónomas. La autonomía no es “blanco o negro”. La autonomía de una tradición con respecto a otra depende de las diferencias en la estructura de las reglas heurísticas (y las reglas de inferencia en particular) alrededor de la cual se constituye la tradición. Así pues, está claro que la autonomía de una tradición experimental no se da sólo con respecto a las tradiciones teóricas, sino con respecto a otras tradiciones experimentales en la medida en que hay diferencias significativas en las estructuras heurísticas (y en particular, en las reglas de inferencia) utilizadas por las dos tradiciones. En la medida en que estas estructuras de reglas heurísticas (y reglas de inferencia en particular) son diferentes, es posible que la comunicación y el establecimiento o corroboración de hechos o la construcción de modelos por otras tradiciones se dificulte e, incluso, llegue a ser prácticamente imposible. Sin embargo, en la perspectiva que se defiende en este trabajo, esta dificultad de comunicación es perfectamente racional, la racionalidad no tiene un alcance ilimitado. Las barreras en la comunicación son inherentes a la racionalidad. Pensar, de acuerdo con el dogma de la unidad de la razón, es análogo a pensar como la paloma

en la metáfora de Kant, que sueña con lo increíblemente maravilloso que sería volar sin la resistencia del aire.

Es importante reconocer la estructura heurística de nuestra racionalidad para poder dar una explicación fundamentada en las ciencias empíricas de cómo y por qué la ciencia es una actividad racional entre comunidades y tradiciones con relativa independencia entre sí. A la inversa, estudiar las diferentes tradiciones científicas puede ayudarnos a entender mejor la estructura de nuestras capacidades cognitivas y racionales en particular.

Los dos presupuestos que han sido identificados en este trabajo se refuerzan mutuamente como parte de cierta concepción de la ciencia y de la racionalidad humana que la hace posible. La presuposición newtoniana es una tesis eminentemente metafísica que da por hecho que la objetividad del mundo que persigue la ciencia se inscribe finalmente en leyes universales, y que, por lo tanto, siempre es posible, por lo menos en principio, hacer una distinción tajante entre los aspectos contingentes y los necesarios (las descripciones legales) que entran en la descripción de fenómenos. La negación de esta tesis sugiere que la objetividad de la ciencia no puede descansar en la supuesta objetividad de las leyes universales. Una explicación aceptable de la objetividad de la ciencia tiene que tomar en cuenta la construcción de fenómenos como algo no reducible a ejemplificaciones de leyes universales.

La negación de la presuposición laplaciana sugiere que las diferentes capacidades cognitivas asociadas con las diferentes disciplinas y actividades científicas no provienen del desarrollo o adaptación de una estructura cognoscitiva original, sino de la evolución de estructuras heurísticas y de otras capacidades cognitivas *como parte de los diferentes contextos en las que surgen.*

El rechazo de ambos presupuestos permite articular un sentido epistemológicamente significativo en el que las tra-

diciones experimentales (y en general, las diferentes tradiciones científicas) son autónomas. En la medida en que esta autonomía es epistemológicamente significativa, el objetivo de la ciencia no puede ser sólo la construcción de teorías. Las diferentes tradiciones tienen diferentes objetivos, valores y recursos cognoscitivos, y no hay un objetivo compartido (que no sea trivial) al que se subordinen los diversos objetivos. Por supuesto, podemos decir que el objetivo de la ciencia es la búsqueda de la verdad, pero este objetivo no es operativo en un modelo del cambio científico del tipo que aquí se ha sugerido (y que se desarrolla un poco más en Martínez, 1995) y por lo tanto sólo puede servir como recurso descriptivo (e incluso regulativo en las tradiciones teóricas), pero no como una norma que nos ayude a explicar la variedad de tipos de cambio que están asociados con las diferentes tradiciones que constituyen esa parte de nuestra cultura a la que nos referimos cuando hablamos de ciencia y tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- Atran, S., 1990, *Cognitive Foundations of Natural History, towards an Anthropology of Science*, Maison des Sciences de l'Homme y Cambridge University Press.
- Bechtel, W. y R. Richardson, 1993, *Discovering Complexity: Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*, Princeton University Press, Princeton.
- Bogen, J. y J. Woodward, 1988, "Saving the Phenomena", *The Philosophical Review*, vol. XCVII, no. 3, pp. 303–352.
- Brown, H., 1988, *Rationality*, Routledge, Nueva York.
- Campbell, Donald, 1990, "Epistemological Roles for Selection Theory", en *Evolution, Cognition and Realism*, editado por Nicholas Rescher, University Press of America, Lanham.
- Cartwright, Nancy, 1983, *How the Laws of Physics Lie*, Oxford University Press, Oxford.

- Cheng, P. y K. Holiak, 1985, "Pragmatic Reasoning Schemas", *Cognitive Psychology*, no. 17, pp. 391–416.
- Cherniak, Christopher, 1986, *Minimal Rationality*, The MIT Press, Cambridge (Mass.), (A Bradford Book).
- Churchland, 1979, *Scientific Realism and the Plasticity of Mind*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Collins, H.M. y T.J. Pinch, 1981, *Frames of Meaning: The Social Construction of Extraordinary Science*, Londres.
- Cosmides, L., 1989, "The Logic of Social Exchange: Has Natural Selection Shaped How Human Reason?", *Cognition*, vol. 31, no. 3, pp. 187–276.
- Daston, L., 1988, *The Classical Probability in the Enlightenment*, Princeton.
- Dennett, D., 1981, "Three Kinds of Intentional Psychology", *Reduction, Time and Reality*, en R. Healey (comp.), Cambridge University Press.
- Doppelt, G., 1990, "The Naturalist Conception of Methodological Standards in Science: A Critique", *Journal of the Philosophy of Science*, no. 57, pp. 1–19.
- Feyerabend, 1975, *Against Method*, New Left Books, Londres.
- Fodor, J., 1984, "Observation Reconsidered", *Philosophy of Science*, no. 51, pp. 23–43.
- Franklin, A., 1979, "The Discovery and Nondiscovery of Parity Nonconservation", *Studies in History and Philosophy of Science*, no. 10, pp. 201–257.
- , 1981, "What Makes a Good Experiment", *British Journal for the Philosophy of Science*, no. 32, pp. 367–374.
- Gallison, Peter, 1987, *How Experiments End*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Gigerenzer, G., 1991, "How to Make Cognitive Illusions Disappear: Beyond 'Heuristics and Biases'", *European Review of Social Psychology*, en W. Stroebe y M. Hewstone (comps.), Wiley, vol. 2, pp. 84–115.
- Gigerenzer, G., U. Hoffrage y H. Kleinbóltung, 1992, "Probabilistic Mental Models: A Brunswikian Theory of Confidence", *Psychological Review*...
- Goldman, A., 1986, *Epistemology and Cognition*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.).
- , 1987, "Foundations of Social Epistemics", *Synthèse*, no. 73.

- , 1992, *Liasons*, The MIT Press, Cambridge (Mass.).
- Gooding, D., 1982, “A Convergence of Opinion on the Divergence of Lines: Faraday and Thomson’s Discussion of Diamagnetism”, *Notes and Records of the Royal Society of London*, no. 36, pp. 243–259.
- Hacking, Ian, 1975, *The Emergence of Probability*, Cambridge University Press.
- , 1983, *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, Cambridge. [Versión castellana de Sergio Martínez, próxima a ser publicada por el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.
- Harman, G., 1986, *Change in View: Principles of Reasoning*, Cambridge (Mass.).
- Holland, John, Keith Holyoak, Richard Nisbett y Paul Thagard, 1986, *Induction, Processes of Inference, Learning and Discovery*, The MIT Press, Cambridge (Mass.).
- Howson, C. y P. Urbach, 1989, *Scientific Reasoning the Bayesian Approach*, Open Court, La Salle (Ill.).
- Johnson-Laird, P.N., 1983, *Mental Models*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.).
- Kahneman, Daniel, Paul Slovic y Amos Tversky, 1982, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kitcher, P., 1990, “The Distribution of Cognitive Effort”, *Journal of Philosophy*, vol. 87, no. 1, pp. 5–22.
- Kornblith, Hilary, 1993, “Epistemic Normativity”, *Synthese*, no. 94, pp. 357–376.
- Kuhn, Thomas, 1977, “Mathematical versus Experimental Traditions”, en *The Essential Tension*, University of Chicago Press, Chicago.
- Lakoff, G., *Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Teach about the Human Mind*, Chicago University Press.
- Laudan, L., 1977, *Progress and its Problems*, University of California Press.
- , 1990, “Normative Naturalism”, *Philosophy of Science*, vol. 57, no. 1, pp. 44–59.
- Latour, Bruno, 1987, *Science in Action*, Harvard University Press.

- , 1990, “The Force and Reason of Experiment”, en *Experimental Inquiries*, editado por H.E., Le Grand, Kluwer, Dordrecht.
- Li, M. y P. Vitanyi, 1989, “Inductive Reasoning and Komogorov Complexity”, versión preliminar, *Procs. 4th Annual IEEE Structure in Complexity Theory*.
- Lopes, L., 1982, “Doing the Impossible: A Note on Induction and the Experience of Randomness”, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, no. 13, pp. 392–400.
- , 1991, “The Rethoric of Irrationality”, *Theory & Psychology*, vol. 1, no. 1, pp. 65–82.
- McGinn, 1977, “Charity, Interpretation and Belief”, *Journal of Philosophy*, no. 74, pp. 521–535.
- March, J.G., 1978, “Bounded Rationality, Ambiguity and the Engineering of Choice”, *Bell Journal of Economics*, no. 9, pp. 587–608.
- Margolis, H., 1993, *Paradigms and Barriers. How Habits of Mind Govern Scientific Beliefs*, The University of Chicago Press.
- Martínez, Sergio, 1990a, “El azar objetivo como medida matemática de desorden”, *Diánoia*, 1990.
- , 1990b, “Más allá de la presuposición newtoniana: propiedades genuinamente disposicionales en la mecánica cuántica”, *Crítica*, no. 66, diciembre 1990.
- , 1991, “From Mechanisms to Non-Separability”, trabajo presentado en el Noveno Congreso Internacional de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia, Upsala.
- , 1993, “Método, evolución y progreso en la ciencia”, primera parte en *Crítica*, no. 73, pp. 37–70; segunda parte en *Crítica*, no. 74, pp. 3–22.
- , 1995, “The Evolution of Material Constraints in the Structure of Scientific Knowledge” (ms.).
- Nisbett, R. y L. Ross, 1980, *Human Inference: Strategies and Shortcomings of Social Judgement*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Pickering, Andrew, 1984, *Constructing Quarks*, The University of Chicago Press, Chicag/Edinburgh University Press, Edimburgo.

- Provine, W., 1971, *The Origins of Theoretical Population Genetics*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Rheinberger, H., 1993, "Experiment and Orientation: Early Systems of *in vitro* Protein Synthesis", *Journal of the History of Biology*, vol. 26, no. 3, pp. 443–471.
- Rosch, E., 1978, "Principles of Categorization", en *Cognition and Categorization*, en E. Rosch y B. Lloyd (comps.), L. Erlbaum Assoc., Hillsdale, Nueva Jersey.
- Rosch, E. y C. Mervis, 1975, "Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Natural Categories", *Cognitive Psychology*, no. 8, pp. 382–439.
- Rosen, R., 1985, "Organisms as Causal Systems that Are Not Mechanisms", en *Theoretical Biology and Complexity*, Academic Press.
- Simon, H.A., 1957, *Models of Man: Social and Rational*, Nueva York.
- , 1969, *The Sciences of the Artificial*, 2a. ed., The MIT Press, Cambridge (Mass.).
- Solomon, Miriam, 1992, "Scientific Rationality and Human Reasoning", *Philosophy of Science*, vol. 59, no. 3, pp. 439–455.
- Stich, S., 1990, *The Fragmentation of Reason: Preface to a Pragmatic Theory of Cognitive Evaluation*, Cambridge (Mass.).
- Thagard, P., 1982, "From the Descriptive to the Normative in Psychology and Logic", *Journal of the Philosophy of Science*, no. 49, pp. 24–42.
- , 1988, *Computational Philosophy of Science*, The MIT Press, Cambridge (Mass.).
- Thagard, P. y R. Nisbett, 1983, "Rationality and Charity", *Journal of the Philosophy of Science*, no. 50, pp. 250–267.
- Wimsatt, 1980, "Reductionistic Research Strategies and Their Biases in the Units of Selection Controversy", *Scientific Discovery*, vol. 2, *Case Studies*, editado por T. Nickles, D. Reidel, Dordrecht.
- , 1986, "Heuristics and the Study of Human Behavior", en *Metatheory in Social Science: Pluralism and Subjectivities*, en D.W. Fiske y R. Shweder (comps.), University of Chicago Press, Chicago, pp. 293–314.

Recibido: 13 de septiembre 1994

SUMMARY

Until recently, a common underlying assumption in philosophy of science was that experimental science, as well as other non-theoretical traditions in science (e.g. natural history), in order to be understood as part of science, have to be subordinated to theoretical aims. In the last twenty years, this assumption has been challenged from different perspectives. However, an important philosophical question remains. Roughly the question is: on what epistemological grounds can experimental traditions in science (and other non-theoretical traditions) be considered autonomous?

In this paper, I address this question by identifying and rejecting two central assumptions of traditional philosophy of science, the Newtonian and the Laplacian presuppositions. The Newtonian presupposition assumes that one can distinguish between contingent and law-like aspects of scientific explanations, in such a way that scientific explanations can be grounded, at least in principle, on laws with universal application. The other assumption, the Laplacian presupposition, consists in the belief that reason is disembodied or, at least, that the embodiment of reason has no major epistemological significance. This presupposition in particular supports the assumption that science is constructed by agents that have no epistemologically significant limitations in their computational and memory capabilities. I claim that the same evidence pointing to the need of abandoning these presuppositions suggests a characterization of the nature of the autonomy that is characteristic of experimental traditions. I argue that the sort of scientific reasoning that is constitutive of experimental traditions is predominantly (and irreducibly) based on heuristics, that inferences are context-dependent, and that ontological and epistemological issues are closely knitted in historically rooted aims and methods.