

LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS

Thomas S. Kuhm

(Traducción: Agustín Contín)

Breviarios 213

Fondo de Cultura Económica

1971

I. INTRODUCCIÓN: UN PAPEL PARA LA HISTORIA

SI SE CONSIDERA a la historia como algo más que un depósito de anécdotas o cronología, puede producir una transformación decisiva de la imagen que tenemos actualmente de la ciencia. Esa imagen fue trazada previamente, incluso por los mismos científicos, sobre todo a partir del estudio de los logros científicos llevados a cabo, que se encuentran en las lecturas clásicas y, más recientemente, en los libros de texto con los que cada una de las nuevas generaciones de científicos aprende a practicar su profesión. Sin embargo, es inevitable que la finalidad de esos libros sea persuasiva y pedagógica; un concepto de la ciencia que se obtenga de ellos no tendrá más probabilidades de ajustarse al ideal que los produjo, que la imagen que pueda obtenerse de una cultura nacional mediante un folleto turístico o un texto para el aprendizaje del idioma. En este ensayo tratamos de mostrar que hemos sido mal conducidos por ellos en aspectos fundamentales. Su finalidad es trazar un bosquejo del concepto absolutamente diferente de la ciencia que puede surgir de los registros históricos de la actividad de investigación misma.

Sin embargo, incluso a partir de la historia, ese nuevo concepto no surgiría si continuáramos buscando y estudiando los datos históricos con el único fin de responder a las preguntas planteadas por el estereotipo no histórico que procede de los libros de texto científicos. Por ejemplo, esos libros de texto dan con frecuencia la sensación de implicar que el contenido de la ciencia está ejemplificado solamente mediante las observaciones, leyes y teorías que se describen en sus páginas. De manera casi igual de regular, los mismos libros se interpretan como si dijeran que los métodos científicos son simplemente los ilustrados por las técnicas de manipulación utilizadas en la reunión de datos para el texto, junto con las operaciones lógicas empleadas para relacionar esos datos con las generalizaciones teóricas del libro de texto en cuestión. El resultado ha sido un concepto de la ciencia con profundas implicaciones sobre su naturaleza y su desarrollo.

Si la ciencia es la constelación de hechos, teorías y métodos reunidos en los libros de texto actuales, entonces los científicos son hombres que, obteniendo o no buenos resultados, se han esforzado en contribuir con alguno que otro elemento a esa constelación particular. El desarrollo científico se conviene en el proceso gradual mediante el que esos conceptos han sido añadidos, solos y en combinación, al caudal creciente de la técnica y de los conocimientos científicos, y la historia de la ciencia se convierte en una disciplina que relata y registra esos incrementos sucesivos y los obstáculos que han inhibido su acumulación. Al interesarse por el desarrollo científico, el historiador parece entonces tener dos tareas principales. Por una parte, debe determinar por qué hombre y en qué momento fue descubierto o inventado cada hecho, ley o teoría científica contemporánea. Por otra, debe describir y explicar el conjunto de errores, mitos y supersticiones que impidieron una acumulación más rápida de los componentes del caudal científico moderno. Muchas investigaciones han sido encaminadas hacia estos fines y todavía hay algunas que lo son.

Sin embargo, durante los últimos años, unos cuantos historiadores de la ciencia han descubierto que les es cada vez más difícil desempeñar las funciones que el concepto del desarrollo por acumulación

les asigna. Como narradores de un proceso en incremento, descubren que las investigaciones adicionales hacen que resulte más difícil, no más sencillo, el responder a preguntas tales como: ¿Cuándo se descubrió el oxígeno?

¿Quién concibió primeramente la conservación de la energía? Cada vez más, unos cuantos de ellos comienzan a sospechar que constituye un error el plantear ese tipo de preguntas. Quizá la ciencia no se desarrolla por medio de la acumulación de descubrimientos e inventos individuales. Simultáneamente, esos mismos historiadores se enfrentan a dificultades cada vez mayores para distinguir el componente "científico" de las observaciones pasadas, y las creencias de lo que sus predecesores se apresuraron a tachar de "error" o "superstición". Cuanto más cuidadosamente estudian, por ejemplo, la dinámica aristotélica, la química flogística o la termodinámica calórica, tanto más seguros se sienten de que esas antiguas visiones corrientes de la naturaleza, en conjunto, no son ni menos científicos, ni más el producto de la idiosincrasia humana, que las actuales. Si esas creencias anticuadas deben denominarse mitos, entonces éstos se pueden producir por medio de los mismos tipos de métodos y ser respaldados por los mismos tipos de razones que conducen, en la actualidad, al conocimiento científico. Por otra parte, si debemos considerarlos como ciencia, entonces ésta habrá incluido conjuntos de creencias absolutamente incompatibles con las que tenemos en la actualidad. Entre esas posibilidades, el historiador debe escoger la última de ellas. En principio, las teorías anticuadas no dejan de ser científicas por el hecho de que hayan sido descartadas. Sin embargo, dicha opción hace difícil poder considerar el desarrollo científico como un proceso de acumulación. La investigación histórica misma que muestra las dificultades para aislar inventos y descubrimientos individuales proporciona bases para abrigar dudas profundas sobre el proceso de acumulación, por medio del que se creía que habían surgido esas contribuciones individuales a la ciencia.

El resultado de todas estas dudas y dificultades es una revolución historiográfica en el estudio de la ciencia, aunque una revolución que se encuentra todavía en sus primeras etapas. Gradualmente, y a menudo sin darse cuenta cabal de que lo están haciendo así, algunos historiadores de las ciencias han comenzado a plantear nuevos tipos de preguntas y a trazar líneas diferentes de desarrollo para las ciencias que, frecuentemente, nada tienen de acumulativas. En lugar de buscar las contribuciones permanentes de una ciencia más antigua a nuestro caudal de conocimientos, tratan de poner de manifiesto la integridad histórica de esa ciencia en su propia época. Por ejemplo, no se hacen preguntas respecto a la relación de las opiniones de Galileo con las de la ciencia moderna, sino, más bien, sobre la relación existente entre sus opiniones y las de su grupo, o sea: sus maestros, contemporáneos y sucesores inmediatos en las ciencias. Además, insisten en estudiar las opiniones de ese grupo y de otros similares, desde el punto de vista - a menudo muy diferente del de la ciencia moderna - que concede a esas opiniones la máxima coherencia interna y el ajuste más estrecha posible con la naturaleza. Vista a través de las obras resultantes, que, quizá, estén mejor representadas en los escritos de Alexandre Koyré, la ciencia no parece en absoluto la misma empresa discutida por los escritores pertenecientes a la antigua tradición historiográfica. Por implicación al menos, esos estudios históricos sugieren la posibilidad de una imagen nueva de la ciencia. En este ensayo vamos a tratar de trazar esa imagen, estableciendo explícitamente algunas de las nuevas implicaciones historiográficas.

¿Qué aspecto de la ciencia será el más destacado durante ese esfuerzo? El primero, al menos en orden de presentación, es el de la insuficiencia de las directrices metodológicas, para dictar, por sí mismas, una conclusión substantiva única a muchos tipos de preguntas científicas. Si se le dan instrucciones para que examine fenómenos eléctricos o químicos, el hombre que no tiene conocimientos en esos campos, pero que sabe qué es ser científico, puede llegar, de manera legítima, a cualquiera de una serie de conclusiones incompatibles. Entre esas posibilidades aceptables, las conclusiones particulares a que llegue estarán determinadas, probablemente, por su experiencia anterior en otros campos, por los accidentes de su investigación y por su propia preparación individual. ¿Qué creencias sobre las estrellas, por ejemplo, trae al estudio de la química o la electricidad? ¿Cuál de los muchos experimentos concebibles apropiados al nuevo campo elige para llevarlo a cabo antes

que los demás? ¿Y qué aspectos del fenómeno complejo que resulta le parecen particularmente importantes para elucidar la naturaleza del cambio químico o de la afinidad eléctrica? Para el individuo al menos, y a veces también para, la comunidad científica, las respuestas a preguntas tales como éstos son, frecuentemente, determinantes esenciales del desarrollo científico. Debemos notar, por ejemplo, en la Sección II, que las primeras etapas de desarrollo de la mayoría de las ciencias se han caracterizado por una competencia continua entre una serie de concepciones distintas de la naturaleza, cada una de las cuales se derivaba parcialmente de la observación y del método científico y, hasta cierto punto, todas eran compatibles con ellos. Lo que diferenciaba a esas escuelas no era uno u otro error de método - todos eran "científicos"- sino lo que llega remos a denominar sus modos inconmensurables de ver el mundo y de practicar en él las ciencias. La observación y la experiencia pueden y deben limitar drásticamente la gama de las creencias científicas admisibles o, de lo contrario, no habría ciencia. Pero, por sí solas, no pueden determinar un cuerpo particular de tales creencias. Un elemento aparentemente arbitrario, compuesto de incidentes personales e históricos, es siempre uno de los ingredientes de formación de las creencias sostenidas por una comunidad científica dada en un momento determinado.

Sin embargo, este elemento arbitrario no indica que cualquier grupo científico podría practicar su profesión sin un conjunto dado de creencias recibidas. Ni hace que sea menos importante la constelación particular que profese efectivamente el grupo, en un momento dado. La investigación efectiva apenas comienza antes de que una comunidad científica crea haber encontrado respuestas firmes a preguntas tales como las siguientes: ¿Cuáles son las entidades fundamentales de que se compone el Universo? ¿Cómo interactúan esas entidades, unas con otras y con los sentidos? ¿Qué preguntas pueden plantearse legítimamente sobre esas entidades y qué técnicas pueden emplearse para buscar las soluciones? Al menos en las ciencias maduras, las respuestas (o substitutos completos de ellas) a preguntas como éstas se encuentran enclavadas firmemente en la iniciación educativa que prepara y da licencia a los estudiantes para la práctica profesional. Debido a que esta educación es tanto rigurosa como rígida, esas respuestas llegan a ejercer una influencia profunda sobre la mentalidad científica. El que puedan hacerlo, justifica en gran parte tanto la eficiencia peculiar de la actividad investigadora normal como la de la dirección que siga ésta en cualquier momento dado. Finalmente, cuando examinemos la ciencia normal en las Secciones III, IV y V, nos gustaría describir esta investigación como una tentativa tenaz y ferviente de obligar a la naturaleza a entrar en los cuadros conceptuales proporcionados por la educación profesional. Al mismo tiempo, podemos preguntarnos si la investigación podría llevarse a cabo sin esos cuadros, sea cual fuere el elemento de arbitrariedad que forme parte de sus orígenes históricos y, a veces, de su desarrollo subsiguiente.

Sin embargo, ese elemento de arbitrariedad se encuentra presente y tiene también un efecto importante en el desarrollo científico, que examinaremos detalladamente en las Secciones VI, VII y VIII. La ciencia normal, la actividad en que, inevitablemente, la mayoría de los científicos consumen casi todo su tiempo, se predica suponiendo que la comunidad científica sabe cómo es el mundo. Gran parte del éxito de la empresa se debe a que la comunidad se encuentra dispuesta a defender esa suposición, si es necesario a un costo elevado. Por ejemplo, la ciencia normal suprime frecuentemente innovaciones fundamentales, debido a que resultan necesariamente subversivas para sus compromisos básicos. Sin embargo, en tanto esos compromisos conservan un elemento de arbitrariedad, la naturaleza misma de la investigación normal, asegura que la innovación no será suprimida durante mucho tiempo. A veces, un problema normal, que debería resolverse por medio de reglas y procedimientos conocidos, opone resistencia a los esfuerzos reiterados de los miembros más capaces del grupo dentro de cuya competencia entra. Otras veces, una pieza de equipo, diseñada y construida para fines de investigación normal, no da los resultados esperados, revelando una anomalía que, a pesar de los esfuerzos repetidos, no responde a las esperanzas profesionales. En esas y en otras formas, la ciencia normal se extravía repetidamente. Y cuando lo hace - o sea, cuando la profesión no puede pasar por alto ya las anomalías que subvierten la tradición existente de prácticas científicas -

se inician las investigaciones extra, ordinarias que conducen por fin a la profesión a un nuevo conjunto de compromisos, una base nueva para la práctica de la ciencia. Los episodios extraordinarios en que tienen lugar esos cambios de compromisos profesionales son los que se denominan en este ensayo revoluciones científicas. Son los complementos que rompen la tradición a la que está ligada la actividad de la ciencia normal.

Los ejemplos más evidentes de revoluciones científicas son los episodios famosos del desarrollo científico que, con frecuencia, han sido llamados anteriormente revoluciones. Por consiguiente, en las Secciones IX y X, donde examinaremos directamente, por primera vez, la naturaleza de las revoluciones científicas, nos ocuparemos repetidas veces de los principales puntos de viraje del desarrollo científico, asociados a los nombres de Copérnico, Newton, Lavoisier y Einstein. De manera más clara que la mayoría de los demás episodios de la historia de, al menos, las ciencias físicas, éstos muestran lo que significan todas las revoluciones científicas. Cada una de ellas necesitaba el rechazo, por parte de la comunidad, de una teoría científica antes reconocida, para adoptar otra incompatible con ella. Cada una de ellas producía un cambio consiguiente en los problemas disponibles para el análisis científico y en las normas por las que la profesión determinaba qué debería considerarse como problema admisible ó como solución legítima de un problema. Y cada una de ellas transformaba la imaginación científica en modos que, eventualmente, deberemos describir como una transformación del mundo en que se llevaba a cabo el trabajo científico. Esos cambios, junto con las controversias que los acompañan casi siempre, son las características que definen las revoluciones científicas.

Esas características surgen, con una claridad particular, por ejemplo, de un estudio de la revolución de Newton o de la de la química. Sin embargo, es tesis fundamental de este ensayo que también podemos encontrarlas por medio del estudio de muchos otros episodios que no fueron tan evidentemente revolucionados. Para el grupo profesional, mucho más reducido, que fue afectado por ellas, las ecuaciones de Maxwell fueron tan revolucionarias como las de Einstein y encontraron una resistencia concordante. La invención de otras nuevas teorías provoca, de manera regular y apropiada, la misma respuesta por parte de algunos de los especialistas cuyo especial campo de competencia infringen. Para esos hombres, la nueva teoría implica un cambio en las reglas que regían la práctica anterior de la ciencia normal. Por consiguiente, se refleja inevitablemente en gran parte del trabajo científico que ya han realizado con éxito. Es por esto por lo que una nueva teoría, por especial que sea su gama de aplicación, raramente, o nunca, constituye sólo un incremento de lo que ya se conoce. Su asimilación requiere la reconstrucción de teoría anterior y la reevaluación de hechos anteriores; un proceso intrínsecamente revolucionario, que es raro que pueda llevar a cabo por completo un hombre solo y que nunca tiene lugar de la noche a la mañana. No es extraño que los historiadores hayan tenido dificultades para atribuir fechas precisas a este proceso amplio que su vocabulario les impele a considerar como un suceso aislado.

Las nuevas invenciones de teorías no son tampoco los únicos sucesos científicos que tienen un efecto revolucionado sobre los especialistas en cuyo campo tienen lugar. Los principios que rigen la ciencia normal no sólo especifican qué tipos de entidades contiene el Universo, sino también, por implicación, los que no contiene. De ello se desprende, aunque este punto puede requerir una exposición amplia, que un descubrimiento como el del oxígeno o el de los rayos X no se limita a añadir un concepto nuevo a la población del mundo de los científicos. Tendrá ese efecto en última instancia, pero no antes de que la comunidad profesional haya reevaluado los procedimientos experimentales tradicionales, alterado su concepto de las entidades con las que ha estado familiarizada durante largo tiempo y, en el curso del proceso, modificado el sistema teórico por medio del que se ocupa del mundo. Los hechos y las teorías científicas no son categóricamente separables, excepto quizá dentro de una tradición única de una práctica científica normal. Por eso el descubrimiento inesperado no es simplemente real en su importancia y por eso el mundo científico es transformado desde el

punto de vista cualitativo y enriquecido cuantitativamente por las novedades fundamentales aportadas por hecho o teoría.

Esta concepción amplia de la naturaleza de las revoluciones científicas es la que delineamos en las páginas siguientes. Desde luego, la extensión deforma el uso habitual. Sin embargo, continuaré hablando incluso de los descubrimientos como revolucionarios, porque es precisamente la posibilidad de relacionar su estructura con la de, por ejemplo, la revolución de Copérnico, lo que hace que la concepción amplia me parezca tan importante. La exposición anterior indica cómo van a desarrollarse las nociones complementarias de la ciencia normal y de las revoluciones científicas, en las nueve secciones que siguen inmediatamente. El resto del ensayo trata de vérselas con tres cuestiones centrales que quedan. La Sección XI, al examinar la tradición del libro de texto, pondera por qué han sido tan difíciles de comprender anteriormente las revoluciones científicas. La Sección XII describe la competencia revolucionaria entre los partidarios de la antigua tradición científica normal y los de la nueva. Así, examina el proceso que, en cierto modo, debe reemplazar, en una teoría de la investigación científica, a los procedimientos de confirmación o denegación que resultan familiares a causa de nuestra imagen usual de la ciencia. La competencia entre fracciones de la comunidad científica es el único proceso histórico que da como resultado, en realidad, el rechazo de una teoría previamente aceptada o la adopción de otra. Finalmente, en la Sección XIII, planteamos la pregunta de cómo el desarrollo por medio de las revoluciones puede ser compatible con el carácter aparentemente único del progreso científico. Sin embargo, para esta pregunta, el ensayo sólo proporcionará los trazos generales de una respuesta, que depende de las características de la comunidad científica y que requiere mucha exploración y estudio complementarios.

Indudablemente, algunos lectores se habrán preguntado ya si el estudio histórico puede efectuar el tipo de transformación conceptual hacia el que tendemos en esta obra. Se encuentra disponible todo un arsenal de dicotomías, que sugieren que ello no puede tener lugar de manera apropiada. Con demasiada frecuencia, decimos que la historia es una disciplina puramente descriptiva. Sin embargo, las tesis que hemos sugerido son, a menudo, interpretativas y, a veces, normativas. Además, muchas de mis generalizaciones se refieren a la sociología o a la psicología social de los científicos; sin embargo, al menos unas cuantas de mis conclusiones, corresponden tradicionalmente a la lógica o a la epistemología. En el párrafo precedente puede parecer incluso que he violado la distinción contemporánea, muy influyente, entre "el contexto del descubrimiento" y "el contexto de la justificación". ¿Puede indicar algo, sino una profunda confusión, está mezcla de campos e intereses diversos?

Habiendo estado intelectualmente formado en esas distinciones y otras similares, difícilmente podría resultarme más evidente su importancia y su fuerza. Durante muchos años las consideré casi como la naturaleza del conocimiento y creo todavía que, reformuladas de manera apropiada, tienen algo importante que comunicarnos. Sin embargo, mis tentativas para aplicarlas, incluso *grosso modo*, a las situaciones reales en que se obtienen, se aceptan y se asimilan los conocimientos, han hecho que parezcan extraordinariamente problemáticas. En lugar de ser distinciones lógicas o metodológicas elementales que, por ello, serían anteriores al análisis del conocimiento

científico, parecen ser, actualmente, partes integrantes de un conjunto tradicional de respuestas substantivas a las preguntas mismas sobre las que han sido desplegadas. Esta circularidad no las invalida en absoluto, sino que las convierte en partes de una teoría y, al hacerlo, las sujeta al mismo escrutinio aplicado regularmente a las teorías en otros campos. Para que su contenido sea algo más que pura abstracción, ese contenido deberá descubrirse, observándolas en su aplicación a los datos que se supone que deben elucidar. ¿Cómo podría dejar de ser la historia de la ciencia una fuente de fenómenos a los que puede pedirse legítimamente que se apliquen las teorías sobre el conocimiento?

V. PRIORIDAD DE LOS PARADIGMAS

PARA DESCUBRIR la relación existente entre reglas paradigmas y ciencia normal, tómesese primeramente en consideración cómo aísla el historiador los lugares particulares de compromiso que acabamos de describir como reglas aceptadas. Una investigación histórica profunda de una especialidad dada, en un momento dado, revela un conjunto de ilustraciones recurrentes y casi normalizadas de diversas teorías en sus aplicaciones conceptuales, instrumentales y de observación. Ésos son los paradigmas de la comunidad revelados en sus libros de texto, sus conferencias y sus ejercicios de laboratorio. Estudiándolos y haciendo prácticas con ellos es como aprenden su profesión los miembros de la comunidad correspondiente. Por supuesto, el historiador descubrirá, además, una zona de penumbra ocupada por realizaciones cuyo status aún está en duda; pero, habitualmente, el núcleo de técnicas y problemas resueltos estará claro. A pesar de las ambigüedades ocasionales, los paradigmas de una comunidad científica madura pueden determinarse con relativa facilidad.

La determinación de los paradigmas compartidos no es, sin embargo, la determinación de reglas compartidas. Esto exige una segunda etapa, de un tipo algo diferente. Al emprenderla, el historiador deberá comparar los paradigmas de la comunidad unos con otros y con sus informes corrientes de investigación. Al hacerlo así, su objetivo es descubrir qué elementos aislables, explícitos o implícitos, pueden haber *abstraído* los miembros de esa comunidad de sus paradigmas más globales, y empleado como reglas en sus investigaciones. Cualquiera que haya tratado de describir o analizar la evolución de una tradición científica dada, habrá buscado, necesariamente, principios y reglas aceptados de ese tipo. Como lo indica la sección anterior, es casi seguro que haya tenido éxito al menos de manera parcial. Pero, si su experiencia tiene alguna similitud con la mía, habrá descubierto que la búsqueda de reglas es más difícil y menos satisfactoria que la de paradigmas. Algunas de las generalizaciones que utilice para describir las creencias compartidas por la comunidad no presentarán problemas. Sin embargo otras, incluyendo algunas de las utilizadas anteriormente como ilustraciones, mostrarán un matiz demasiado fuerte. Expresadas de ese modo o de cualquier otra forma que pueda imaginarse, es casi seguro que hubieran sido rechazadas por algunos miembros del grupo que se esté estudiando. Sin embargo, para comprender la coherencia de la tradición de investigación en términos de las reglas se necesitarán ciertas especificaciones de base común en el campo correspondiente. Como resultado de ello, la búsqueda de un cuerpo de reglas pertinentes para constituir una tradición de investigación normal dada, se convierte en una fuente de frustración continua y profunda.

Sin embargo, el reconocimiento de la frustración hace posible diagnosticar su origen. Los científicos pueden estar de acuerdo en que Newton, Lavoisier, Maxwell o Einstein /produjeron una solución aparentemente permanente para un grupo de problemas extraordinarios y, no obstante estar en desacuerdo, a veces sin darse cuenta plenamente de ello, en lo que respecta a las características abstractas particulares que hacen que esas soluciones sean permanentes. O sea, pueden estar de acuerdo en cuanto a su identificación de un paradigma sin ponerse de acuerdo o, incluso, sin tratar siquiera de producir, una *interpretación* plena o racionalización de él. La falta de una interpretación ordinaria o de una reducción aceptada a reglas, no impedirá que un paradigma dirija las

investigaciones. La ciencia normal puede determinarse en parte por medio de la inspección directa de los paradigmas, proceso que frecuentemente resulta más sencillo con la ayuda de reglas y suposiciones, pero que no depende de la formulación de éstas. En realidad, la existencia de un paradigma ni siquiera debe implicar la existencia de algún conjunto completo de reglas.¹

Inevitablemente, el primer efecto de esos enunciados es el de plantear problemas. A falta de un cuerpo pertinente de reglas, ¿qué es lo que liga al científico a una tradición particular de la ciencia normal? ¿Qué puede significar la frase 'inspección directa de paradigmas'? El finado Ludwig Wittgenstein dio respuestas parciales a esas preguntas, aunque en un contexto muy diferente. Debido a que este contexto es, a la vez más elemental y más familiar, será conveniente que examinemos primeramente su forma del argumento. ¿Qué debemos saber, preguntaba Wittgenstein, con el fin de aplicar términos como 'silla', 'hoja' o 'juego' de manera inequívoca y sin provocar discusiones?²

Esta pregunta es muy antigua y generalmente se ha respondido a ella diciendo que debemos saber, consciente o intuitivamente, qué es una silla, una hoja o un juego. O sea, debemos conocer un conjunto de atributos que todos los juegos tengan en común y sólo ellos. Sin embargo, Wittgenstein llegaba a la conclusión de que, dado el modo en que utilizamos el lenguaje y el tipo de mundo al cual se aplica, no es preciso que haya tal conjunto de características. Aunque un examen de *algunos* de los atributos compartidos por cierto número de juegos, sillas u hojas a menudo nos ayuda a aprender cómo emplear el término correspondiente, no existe un conjunto de características que sea aplicable simultáneamente a todos los miembros de la clase y sólo a ellos. En cambio ante una actividad que no haya sido observada previamente, aplicamos el término 'juego' debido a que lo que vemos tiene un gran "parecido de familia" con una serie de actividades que hemos aprendido a llamar previamente con ese nombre. En resumen, para Wittgenstein, los juegos, las sillas y las hojas son familias naturales cada una de las cuales está constituida por una red de semejanzas que se superponen y se entrecruzan. La existencia de esa red explica suficientemente el que logremos identificar al objeto o a la actividad correspondientes. Sólo si las familias que nominamos se superponen y se mezclan gradualmente unas con otras - o sea, sólo si no hubiera familias *naturales* - ello proporcionaría nuestro éxito en la identificación y la nominación, una prueba en pro de un conjunto de características comunes, correspondientes a cada uno de los nombres de clases que utilizemos.

Algo muy similar puede ser válido para los diversos problemas y técnicas de investigación que surgen dentro de una única tradición de ciencia normal. Lo que tienen en común no es que satisfagan algún conjunto explícito, o incluso totalmente descubrible, de reglas y suposiciones que da a la tradición su carácter y su vigencia para el pensa-

¹ Michael Polanyi ha desarrollado brillantemente un tema muy similar, arguyendo que gran parte del éxito de los científicos depende del "conocimiento tácito", o sea, del conocimiento adquirido a través de la práctica y que no puede expresarse de manera explícita. Véase su obra *Personal Knowledge* (Chicago, 1958), sobre todo los capítulos v y vi.

² Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations* trad. G. E. M. Anscombe. (Nueva York, 1953), pp. 31- 36.

Sin embargo, Wittgenstein no dice casi nada sobre el tipo de mundo que es necesario para sostener el procedimiento de denominación que subraya. Por consiguiente, parte del punto que sigue no puede atribuírsele.

miento científico. En lugar de ello pueden relacionarse, por semejanza o por emulación, con alguna parte del cuerpo científico que la comunidad en cuestión reconozca ya como una de sus realizaciones establecidas. Los científicos trabajan a partir de modelos adquiridos por medio de la educación y de la exposición subsiguiente a la literatura, con frecuencia sin conocer del todo o necesitar conocer qué características les han dado a esos modelos su *status* de paradigmas de la comunidad. Por ello, no necesitan un conjunto completo de reglas. La coherencia mostrada por la tradición de la investigación de la que participan, puede no implicar siquiera la existencia de un cuerpo básico de reglas y suposiciones que pudiera descubrir una investigación filosófica o histórica adicional. El hecho de que los científicos no pregunten o discutan habitualmente lo que hace que un problema particular o una solución sean aceptables, nos inclina a su poner que, al menos intuitivamente, conocen la respuesta. Pero puede indicar sólo que no les parecen importantes para su investigación ni la pregunta ni la respuesta. Los paradigmas pueden ser anteriores, más inflexibles y completos que cualquier conjunto de reglas para la investigación que pudiera abstraerse inequívocamente de ellos.

Hasta ahora, hemos desarrollado este tema desde un punto de vista totalmente teórico: los paradigmas *podrían* determinar la ciencia normal sin intervención de reglas describibles. Trataré ahora de aumentar tanto su claridad como su apremio, indicando algunas de las razones para creer que los paradigmas funcionan realmente en esa forma. La primera, que ya hemos examinado de manera bastante detallada, es la gran dificultad para descubrir las reglas que han guiado a las tradiciones particulares de la ciencia normal. Esta dificultad es casi la misma que la que encuentra el filósofo cuando trata de explicar qué es lo que tienen en común todos los juegos. La segunda, de la que la primera es realmente un corolario, tiene sus raíces en la naturaleza de la educación científica. Como debe ser obvio ya, los científicos nunca aprenden conceptos, leyes y teorías en abstracto y por sí mismos. En cambio, esas herramientas intelectuales las encuentran desde un principio en una unidad histórica y pedagógicamente anterior que las presenta con sus aplicaciones y a través de ellas. Una nueva teoría se anuncia siempre junto con aplicaciones a cierto rango concreto de fenómenos naturales; sin ellas, ni siquiera podría esperar ser aceptada. Después de su aceptación esas mismas aplicaciones u otras acompañarán a la teoría en los libros de texto de donde aprenderán su profesión los futuros científicos. No se encuentran allí como mero adorno, ni siquiera como documentación. Por el contrario, el proceso de aprendizaje de una teoría depende del estudio de sus aplicaciones, incluyendo la práctica en la resolución de problemas, tanto con un lápiz y un papel como con instrumentos en el laboratorio. Por ejemplo, si el estudiante de la dinámica de Newton descubre alguna el significado de términos tales como 'fuerza', 'masa', 'espacio' y 'tiempo', lo hace menos a partir de las definiciones incompletas, aunque a veces útiles, de su libro de texto, que por medio de la observación y la participación en la aplicación de esos conceptos a la resolución de problemas.

Ese proceso de aprendizaje por medio del estudio y de la práctica continúa durante todo el proceso de iniciación profesional. Cuando el estudiante progresa de su primer año de estudios hasta la tesis de doctorado y más allá, los problemas que le son asignados van siendo cada vez más complejos y con menos precedentes; pero continúan siguiendo de cerca al modelo de las realizaciones previas, como lo continuarán siguiendo los problemas que normalmente lo ocupen durante su subsiguiente carrera científica independiente. Podemos con toda libertad suponer que en algún momento durante el proceso, el científico intuitivamente ha abstraído reglas del juego para él mismo, pero no hay muchas razones para creer eso. Aunque muchos científicos hablan con facilidad y brillan-

tez sobre ciertas hipótesis individuales que soportan alguna fracción concreta de investigación corriente, son poco mejores que los legos en la materia para caracterizar las bases establecidas de su campo, sus problemas y sus métodos aceptados. Si han aprendido alguna vez esas abstracciones, lo demuestran principalmente por medio de su habilidad para llevar a cabo investigaciones brillantes. Sin embargo, esta habilidad puede comprenderse sin recurrir a hipotéticas reglas del juego.

Estas consecuencias de la educación científica tienen una recíproca que proporciona una tercera razón para suponer que los paradigmas guían la investigación tanto como modelos directos como por medio de reglas abstraídas. La ciencia normal puede seguir adelante sin reglas sólo en tanto la comunidad científica pertinente acepte sin discusión las soluciones de los problemas particulares que ya se hayan llevado a cabo. Por consiguiente las reglas deben hacerse importantes y desaparecer la despreocupación característica hacia ellas, siempre que se sienta que los paradigmas o modelos son inseguros. Además, es eso lo que sucede exactamente. El periodo anterior al paradigma sobre todo; está marcado regularmente por debates frecuentes y profundos sobre métodos, problemas y normas de soluciones aceptables, aun cuando esas discusiones sirven más para formar escuelas que para producir acuerdos. Ya hemos presentado unos cuantos de esos debates en la óptica y la electricidad y desempeñaron un papel todavía más importante en el desarrollo de la química en el siglo XVII y de la en el XIX.³ Por otra parte, esos debates no desaparecen de una vez por todas cuando surge un paradigma. Aunque casi no existen durante los períodos de ciencia normal, se presentan regularmente poco antes de que se produzcan las revoluciones científicas y en el curso de éstas, los períodos en los que los paradigmas primero se ven atacados y más tarde sujetos a cambio. La transición de la mecánica de Newton a la mecánica cuántica provocó muchos debates tanto sobre la naturaleza como sobre las normas de la física, algunos de los cuales continúan todavía en la actualidad.⁴ Todavía viven personas que pueden recordar las discusiones similares engendradas por la teoría electromagnética de Maxwell y por la mecánica estadística.⁵ Y antes aún, la asimilación de las mecánicas de Galileo y Newton dio lugar a una serie de debates particularmente famosa con los aristotélicos, los cartesianos y los leibnizianos sobre las normas legítimas de la ciencia.⁶ Cuando los científicos están en desacuerdo respecto a si los problemas fundamentales de su campo han sido o no re-

³ Sobre la química, véase: *Les doctrines chimiques en France du debut du XVII^e á la fin du XVIII^e siècle*, de H. Metzger (Paris; 1923), pp. 24 - 27, 146-149; y *Robert Boyle and Seventeenth - Century Chemistry*, de Marie Boas (Cambridge, 1958), capítulo II. Sobre la geología, véase: "The Uniformitarian-Catastrophist Debate", de Walter F. Cannon *Isis* LI (1960), 38-55 y *Genesis and Geology*, de C. C. Gillispie (Cambridge, Mass., 1951), caps.IV - V.

⁴ Con respecto a las controversias sobre la mecánica cuántica véase: *La crise de la physique quantique*, de Jean Ullmo (Paris, 1950), cap. II.

⁵ Sobre la mecánica estadística, véase : *La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongements modernes*, de René Rugas (Neuchâtel, 1959), pp. 158 - 84, 206 - 19. Sobre la recepción del trabajo de Maxwell, véase: "Maxwell's Influence in Germany", de Max Planck, en *James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume, 1831-1931* (Cambridge, 1931), pp. 45-65, sobre todo las pp. 58-63; y *The Life of William Thompson Baron Kelvin of Largs*, de Silvanus P. Thompson (Londres, 1910), II, 1021-27.

⁶ Como ejemplo de la lucha con los aristotélicos, véase: "A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton", de A. Koyré, *Transactions of the American Philosophical Society*, XLV (1955), 329- 95. Con respecto a los debates con los cartesianos y los leibnizianos, véase: *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle*, de Pierre Brunet (Paris, 1931); y *From the Closed World to the Infinite Universe*, de A. Koyré (Baltimore, 1957), cap. XI.

sueltos, la búsqueda de reglas adquiere una función que ordinariamente no tiene. Sin embargo, mientras continúan siendo seguros los paradigmas, pueden funcionar sin acuerdo sobre la racionalización o sin ninguna tentativa en absoluto de racionalización.

Podemos concluir esta sección con una cuarta razón para conceder a los paradigmas un *status* anterior al de las reglas y de los supuestos compartidos. En la introducción a este ensayo se sugiere que puede haber revoluciones tanto grandes como pequeñas, que algunas revoluciones afectan sólo a los miembros de una subespecialidad profesional y que, para esos grupos, incluso el descubrimiento de un fenómeno nuevo e inesperado puede ser revolucionario. En la sección siguiente presentaremos revoluciones seleccionadas de ese tipo y todavía no está muy claro cómo pueden existir. Si la ciencia normal es tan rígida y si las comunidades científicas están tan estrechamente unidas como implica la exposición anterior, ¿cómo es posible que un cambio de paradigma sólo a un pequeño subgrupo? Lo que hasta ahora se ha dicho, puede haber parecido implicar que la ciencia normal es una empresa única, monolítica y unificada, que debe sostenerse o derrumbarse tanto con cualquiera de sus paradigmas como con todos ellos juntos. Pero evidentemente la ciencia raramente o nunca es de ese tipo. Con frecuencia, viendo todos los campos al mismo tiempo, parece más bien una estructura desvencijada con muy poca coherencia entre sus diversas partes. Sin embargo, nada de lo dicho hasta este momento deberla entrar en conflicto con ésa observación tan familiar. Por el contrario, sustituyendo los paradigmas por reglas podremos comprender con mayor facilidad la diversidad de los campos y las especialidades científicas. Las reglas explícitas, cuando existen, son generalmente comunes a un grupo científico muy amplio; pero no puede decirse lo mismo de los paradigmas. Quienes practican en campos muy separados, por ejemplo, la astronomía y la botánica taxonómica, se educan a través del estudio de logros muy distintos descritos en libros absolutamente diferentes. Incluso los hombres que se encuentran en el mismo campo o en otros campos estrechamente relacionados y que comienzan estudiando muchos de los mismos libros de los mismos logros pueden, en el curso de su especialización profesional, adquirir paradigmas muy diferentes.

Examinemos, para dar un solo ejemplo, la comunidad amplia y diversa que constituyen todos los científicos físicos. A cada uno de los miembros de ese grupo se le enseñan en la actualidad las leyes de, por ejemplo, la mecánica cuántica, y la mayoría de ellos emplean esas leyes en algún momento de sus investigaciones o su enseñanza. Pero no todos ellos aprenden las mismas aplicaciones de esas leyes y, por consiguiente, no son afectados de la misma forma por los cambios de la mecánica cuántica, en la práctica. En el curso de la especialización profesional, sólo unos cuantos científicos físicos se encuentran con los principios básicos de la mecánica cuántica. Otros estudian detalladamente las aplicaciones del paradigma de esos principios a la química, otros más a la física de los sólidos, etc. Lo que la mecánica cuántica signifique para cada uno de ellos dependerá de los cursos que haya seguido, los libros de texto que haya leído y los periódicos que estudie. De ello se desprende que, aun cuando un cambio de la ley de la mecánica cuántica sería revolucionario para todos esos grupos, un cambio que solo se refleja en alguna de las aplicaciones del paradigma de la mecánica cuántica sólo debe resultar revolucionario para los miembros de una subespecialidad profesional determinada. Para el resto de la profesión y para quienes practican otras ciencias físicas, ese cambio no necesitará ser revolucionado en absoluto. En resumen, aunque la mecánica cuántica (o la dinámica de Newton o la teoría electromagnética) es un paradigma para muchos grupos científicos, no es el mismo paradigma para todos ellos; puede, por consiguiente, determinar simultáneamente varias tradiciones de ciencia normal que, sin ser

coextensivas, coinciden. Una revolución producida en el interior de una de esas tradiciones no tendrá que extenderse necesariamente a todas las demás.

Una breve ilustración del efecto de la especialización podría dar a toda esta serie de puntos una fuerza adicional. Un investigador que esperaba aprender algo sobre lo que creían los científicos qué era la teoría atómica, les preguntó a un físico distinguido y a un químico eminente un átomo simple de helio era o no una molécula. Ambos respondieron sin vacilaciones, pero sus respuestas no fueron idénticas. Para el químico, el átomo de helio era una molécula, puesto que se comportaba como tal con respecto a la teoría cinética de los gases., Por la otra parte, para el físico el átomo de helio no era una molécula, ya que no desplegaba un espectro molecular.⁷ Puede suponerse que ambos hombres estaban hablando de la misma partícula; pero se la representaban a través de la preparación y la práctica de investigación que les era propia. Su experiencia en la resolución de problemas les decía lo que debía ser una molécula. Indudablemente, sus experiencias habían tenido mucho en común; pero en este caso, no les indicaban exactamente lo mismo a los dos especialistas. Conforme avancemos en el estudio de este tema, iremos descubriendo cuántas consecuencias pueden ocasionalmente tener las diferencias de paradigma de este tipo.

⁷ El investigador era James K. Senior, con quien estoy en deuda por un informe verbal. Algunos puntos relacionados son estudiados en su obra: "The Vernacular of the Laboratory", *Philosophy of Science*, XXV (1958), 363-368

POSDATA: 1969

HAN TRANSCURRIDO casi siete años desde la primera publicación de este libro.⁸ En el ínterin, tanto la respuesta de la crítica como mi propio trabajo nuevo han aumentado mi comprensión de un buen número de los asuntos en cuestión. En lo fundamental, mi punto de vista casi no ha cambiado, pero hoy reconozco aspectos de su formulación inicial que crean dificultades y equívocos gratuitos. Como algunos de esos equívocos han sido de mi propia cosecha, su eliminación me permite ganar un terreno que, a la postre, podrá constituir la base de una nueva versión del libro.⁹ Mientras tanto, aprovecho la oportunidad para esbozar algunas revisiones necesarias, comentar algunas críticas reiteradas y esbozar las direcciones que hoy, está siguiendo mi propio pensamiento¹⁰.

Algunas de las principales dificultades de mi texto original se centran en el concepto de un paradigma y mi análisis empieza con ellas.¹¹ En la subsección que sigue, haré ver lo deseable de aislar tal concepto apartándolo de la noción de una comunidad científica, indico cómo puede hacerse esto y elucido algunas consecuencias considerables de la resultante separación analítica. Después considero lo que ocurre cuando se buscan paradigmas examinando el comportamiento los miembros de una comunidad científica *previamente determinada*. Ese procedimiento revela, al punto, que en gran parte del libro me he valido del término. "paradigma" en dos sentidos distintos. Por una parte, significa toda la constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada. Por otra parte, denota una especie de elemento de tal constelación, las concretas soluciones de problemas que, empleadas como modelos o ejemplos pueden remplazar reglas explícitas como base de la solución de los restantes problemas de la ciencia normal. El primer sentido del término, al que podremos llamar sociológico, es el tema de la Subsección 2, más adelante; la Subsección 3 está dedicada a los paradigmas como ejemplares logros del pasado.

⁸ Esta posdata fue preparada originalmente a sugerencia del que fue mi alumno y por mucho tiempo mi amigo, Dr. Shigeru Nakayama, de la Universidad de Tokio, para incluirla en la versión japonesa de este libro. Le estoy agradecido por su idea, por su paciencia al esperar sus resultados y por su permiso para incluir su resultado en la edición en idioma inglés.

⁹ Para esta edición he procurado limitar las alteraciones a unos cuantos errores tipográficos, dos pasajes que contienen errores aislados, y no dar una nueva versión. Uno de estos errores es la descripción del papel de los *Principia* de Newton en el desarrollo de la mecánica del siglo XVIII, de las pp. 62-65. Los otros se refieren a las respuestas a la crisis, en la pp. 138.

¹⁰ Otras indicaciones podrán encontrarse en dos de mis recientes ensayos: "Reflections on My Critics", editado por Irme Lakatos y Alan Musgrave, *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge, 1970); y "Second Thoughts on Paradigms", editado por Fredrick Suppe, *The Structure of Scientific Theories* (Urbana, III, 1970 o 1971). Más adelante citaré el primero de estos ensayos como "Reflections" y al volumen en que aparece como *Growth of Knowledge*; el segundo ensayo será mencionado como "Second Thoughts".

¹¹ Para una crítica particularmente convincente de mi presentación inicial de los paradigmas véase: "The Nature of a Paradigm" en *Growth of Knowledge*, de Margaret Masterman; y "The Structure of Scientific Revolutions", de Dudley Shapere, en *Philosophical Review*, LXXIII (1964), 383-94.

Al menos en el aspecto filosófico este segundo sentido de "paradigma" es el más profundo de los dos, y las afirmaciones que he hecho en su nombre son las principales causas de las controversias y equívocos que ha producido el libro, particularmente la acusación de que yo he hecho de la ciencia una empresa subjetiva e irracional. Estos temas se consideran en las Subsecciones 4 y 5. En la primera se sostiene que términos como "subjetivo" e "intuitivo" no pueden aplicarse con propiedad a los componentes del conocimiento que, según mi decisión, están tácitamente empotrados en ejemplos compartidos. Aunque tal conocimiento no está sujeto a la paráfrasis – sin cambios esenciales – por lo que respecta a reglas y cánones, sin embargo resulta sistemático, ha resistido el paso del tiempo, y en cierto sentido es corregible. La Subsección 5 aplica tal argumento al problema de elección entre dos teorías incompatibles, y pide, en breve conclusión, que quienes sostienen puntos de vista inconmensurables sean considerados como miembros de diferentes comunidades lingüísticas, y que sus problemas de comunicación sean analizados como problemas de traducción. Los asuntos restantes se analizan en las siguientes Subsecciones 6 y 7. La primera considera la acusación de que el concepto de ciencia desarrollado en este libro es integralmente relativista. La segunda comienza preguntando si mi argumento realmente adolece, como se ha dicho, de una confusión entre los modos descriptivo y normativo; concluye con unas breves observaciones sobre un tema que merece un ensayo aparte: el grado en que las principales tesis del libro pueden aplicarse legítimamente a otros campos, aparte de la ciencia.

1. *Paradigmas y estructura comunitaria*

El término "paradigma" aparece pronto en las páginas anteriores, y es, intrínsecamente, circular. Un paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa una comunidad científica consiste en unas personas que comparten un paradigma. No todas las circularidades son viciosas (defenderé más adelante, en este escrito, un argumento de estructura simular), pero ésta es causa de verdaderas dificultades. Las comunidades científicas pueden aislarse sin recurrir previamente a paradigmas; éstos pueden ser descubiertos, entonces, analizando el comportamiento de los miembros de una comunidad dada. Si estuviera reescribiendo este libro, por lo tanto, empezaría con un análisis de la estructura comunitaria de la ciencia, tema que recientemente se ha convertido en importante objeto de la investigación sociológica, y que también empiezan a tomar en serio los historiadores de la ciencia. Los resultados preliminares, muchos de ellos aún inéditos, indican que las técnicas empíricas necesarias para su exploración son no-triviales, pero algunas están en embrión y otros seguramente se desarrollarán.¹² La mayoría de los científicos en funciones responden inmediatamente a las preguntas acerca de sus afiliaciones comunitarias, dando por sentado que la responsabilidad por las varias especialidades actuales está distribuida entre grupos de un número de miembros al menos generalmente determinado. Por tanto, supondré

¹² The Scientific Community, de W. O. Hagstrom; Nueva York (1965), caps. IV y V; "Collaboration in an Invisible College", de D. J. Price y D. de B. Beaver, *American Psychologist*, XXI (1966), 1011-18; "Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the 'Invisible' College Hypothesis" de Diana Crane. *American Sociological Review*, XXXIV (1969), 335-52; *Social Networks among Biological Scientists* de N. C. Mullins (Ph. D. Diss Harvard University, 1966) y "The Micro-Structure of an Invisible College: The Phage Group" (artículo presentado en la reunión anual de la *American Sociological Association*, Boston 1968).

aquí que ya se encontrarán medios más sistemáticos para su identificación. En lugar de presentar los resultados de la investigación preliminar, permítaseme explicar brevemente la noción intuitiva de comunidad, subyacente en gran parte de los capítulos anteriores de este libro. Es una idea que comparten extensamente científicos, sociólogos y numerosos historiadores de la ciencia. Según esta opinión, una comunidad científica consiste en quienes practican una especialidad científica. Hasta un grado no igualado en la mayoría de los otros ámbitos, han tenido una educación y una iniciación profesional similares. En el proceso, han absorbido la misma bibliografía técnica y sacado muchas lecciones idénticas de ella. Habitualmente los límites de esa bibliografía general constituyen las fronteras de un tema científico, y cada unidad habitualmente tiene un tema propio. En las ciencias hay escuelas, es decir, comunidades que enfocan el mismo tema desde puntos de vista incompatibles. Pero aquí son mucho más escasas que en otros campos. Siempre están en competencia, y su competencia por lo general termina pronto; como resultado, los miembros de una comunidad científica se ven a sí mismos, y son considerados por otros como los hombres exclusivamente responsables de la investigación de todo un conjunto de objetivos comunes, que incluyen la preparación de sus propios sucesores. Dentro de tales grupos, la comunicación es casi plena, y el juicio profesional es, relativamente, unánime. Como, por otra parte, la atención de diferentes comunidades científicas enfoca diferentes problemas, la comunicación profesional entre los límites de los grupos a veces es ardua, a menudo resulta en equívocos, y de seguir adelante, puede conducir a un considerable y antes insospechado desacuerdo.

En ese sentido, las comunidades, desde luego, existen en muchos niveles. La más global es la comunidad de todos los científicos naturalistas. A un nivel apenas inferior, los principales grupos de científicos profesionales son comunidades: médicos, químicos, astrónomos, zoólogos y similares. Para estos grandes grupos, la pertenencia a una comunidad queda inmediatamente establecida, excepto en sus límites. Temas de la mayor dificultad afiliación a las sociedades profesionales y publicaciones leídas son, por lo general, más que suficientes. Las técnicas similares también pueden aislar a los principales subgrupos: químicos orgánicos, quizás los químicos de las proteínas entre ellos, físicos especializados en transistores, radio astrónomos, etc. Sólo es en el siguiente nivel inferior donde surgen problemas empíricos. Para tomar un ejemplo contemporáneo, ¿cómo se habría podido aislar el grupo "fago", antes de ser aclamado por el público? Con este fin se debe asistir a conferencias especiales, se debe recurrir a la distribución de manuscritos o galeras antes de su publicación y ante todo, a las redes oficiales o extraoficiales de comunicación, incluso las que hayan sido descubiertas en la correspondencia y en los nexos establecidos entre las referencias.¹³ Yo sostengo que esa labor puede y debe hacerse al menos en el escenario contemporáneo, y en las partes más recientes del escenario histórico. Lo característico es que ofrezca comunidades hasta, quizá, de cien miembros, ocasionalmente bastante menos. Por lo general los científicos individuales, particularmente los más capaces, pertenecerán a varios de tales grupos, sea simultáneamente, sea en sucesión.

Las comunidades de esta índole son las unidades que este libro ha presentado como productoras y validadoras del conocimiento científico. A veces los paradigmas son compartidos por miembros de tales grupos. Si no se hace referencia a la naturaleza de

¹³ *The Use of Citation Data in Writing the History of Science*, de Eugene Garfield (Filadelfia : Institute of Scientific Information, 1964); "Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing", de M. M. Kessler, *American Documentation*, XVI (1965) 223-33; "Networks of Scientific Papers", de D. J. Price, *Science*, CIL (1965), 510 - 15.

estos elementos compartidos, muchos aspectos de la ciencia descritos en las páginas anteriores difícilmente se podrán entender. Pero otros aspectos sí, aunque no hayan sido presentados independientemente en mi texto original. Por tanto, vale la pena notar, antes de volverse directamente a los paradigmas, una serie de asuntos que requieren su referencia a la estructura de la comunidad, exclusivamente.

Probablemente el más notable de éstos es lo que antes he llamado la transición del periodo pre-paradigma al post-paradigma en el desarrollo de un campo científico. Tal transición es la que fue esbozada antes, en la Sección II. Antes de que ocurra, un buen número de escuelas estarán compitiendo por el dominio de un ámbito dado. Después, en la secuela de algún notable logro científico, el número de escuelas se reduce grandemente, ordinariamente a una, y comienza entonces un modo más eficiente de práctica científica. Este último generalmente es esotérico, orientado hacia la solución de enigmas, como el trabajo de un grupo puede ser cuando sus miembros dan por sentadas las bases de su estudio.

La naturaleza de esa transición a la madurez merece un análisis más completo del que ha recibido en este libro, particularmente de aquellos interesados en el avance de las ciencias sociales contemporáneas. Con ese fin puede ser útil indicar que la transición no tiene que estar asociada (ahora creo que no debe estarlo) con la primera adquisición de un paradigma. Los miembros de todas las comunidades científicas, incluso de las escuelas del periodo "preparadigma" comparten las clases de elementos que, colectivamente, he llamado un "paradigma". Lo que cambia con la transición a la madurez no es la presencia de un paradigma, sino, antes bien, su naturaleza. Sólo después del cambio es posible una investigación normal de la solución de enigmas. Muchos de los atributos de una ciencia desarrollada, que antes he asociado con la adquisición de un paradigma, serán considerados, por tanto, como consecuencias de la adquisición de la clase de paradigmas que identifica los enigmas más intrigantes, que aporta claves para su solución y que garantiza el triunfo del practicante verdaderamente capaz. Sólo quienes han cobrado ánimo observando que su propio campo (o escuela) tiene paradigmas sentirán, probablemente, que el cambio sacrifica algo importante.

Un segundo asunto, más importante al menos para los historiadores, implica la identificación hecha en este libro, de las comunidades científicas, una a una, con las materias científicas. Es decir, repetidamente he actuado como si, por ejemplo, la "óptica física", la "electricidad" y el "calor" debieran señalar comunidades científicas porque designan materias de investigación. La única alternativa que mi texto ha parecido dejar, consiste en que todos estos temas han pertenecido a la comunidad científica. Sin embargo, las identificaciones de tal índole no resisten un examen, como repetidas veces lo han señalado mis colegas en materia de historia. Por ejemplo, no hubo una comunidad de físicos antes de mediados del siglo XIX, y entonces fue formada por una amalgamación de partes de dos comunidades antes separadas: las matemáticas y la filosofía natural (*physique expérimentale*). Lo que hoy es materia para una sola extensa comunidad ha estado distribuido de varios modos, en el pasado, entre diversas comunidades. Otros temas de estudio más reducidos, por ejemplo el calor y la teoría de la materia, han existido durante largos periodos sin llegar a convertirse en campo exclusivo de ninguna comunidad científica en especial. Sin embargo, tanto la ciencia normal como las revoluciones son actividades basadas en comunidades. Para descubrirlas y analizarlas es preciso desentrañar la cambiante estructura de las ciencias con el paso del tiempo. En primer lugar, un paradigma no gobierna un tema de estudio, sino, antes bien, un grupo de practican-

tes. Todo estudio de una investigación dirigida a los paradigmas o a destruir paradigmas debe comenzar por localizar al grupo o los grupos responsables.

Cuando se enfoca de este modo el análisis del desarrollo científico, es probable que se desvanezcan algunas dificultades que habían sido focos de la atención de los críticos. Por ejemplo, un gran número de comentaristas se han valido de la teoría de la materia para indicar que yo exageré radicalmente la unanimidad de los científicos en su fe en un paradigma. Hasta hace poco, señalan, esas teorías habían sido materia de continuo desacuerdo y debate. Yo convengo con la descripción, pero no creo que sea un ejemplo de lo contrario. Al menos hasta 1920, las teorías de la materia no fueron dominio especial ni objeto de estudio de ninguna comunidad científica. En cambio, fueron útiles de un buen número de grupos de especialistas. Los miembros de diferentes comunidades científicas a veces escogen útiles distintos y critican la elección hecha por otros. Algo aún más importante: una teoría de la materia no es la clase de tema en que los miembros siquiera de una sola comunidad necesariamente deben convenir. La necesidad de un acuerdo depende de lo que hace la comunidad. La química de la primera mitad del siglo XIX resulta un caso oportuno. Aunque varios de los útiles fundamentales de la comunidad - proporción constante, proporción múltiple y pesos combinados - se han vuelto del dominio público como resultado de la teoría atómica de Dalton, era absolutamente posible que los químicos, ante el hecho consumado, basaran su labor en aquellos útiles y expresaran su desacuerdo a veces con vehemencia, con respecto a la existencia de los átomos.

Creo que de la misma manera podrán disiparse algunas otras dificultades y equívocos. En parte a causa de los ejemplos que he escogido y en parte a causa de mi vaguedad con respecto a la naturaleza y las proporciones de las comunidades en cuestión, unos cuantos lectores de este libro han concluido que mi interés se basa fundamental y exclusivamente en las grandes revoluciones, como las que suelen asociarse a los nombres de Copérnico, Newton, Darwin o Einstein. Sin embargo, yo creo que una delineación más clara de la estructura comunitaria ayudaría a iluminar la impresión bastante distinta que yo he querido crear. Para mí, una revolución es una clase especial de cambio, que abarca cierta índole de reconstrucción de los compromisos de cada grupo. Pero no tiene que ser un gran cambio, ni siquiera parecer un cambio revolucionario a quienes se hallen fuera de una comunidad determinada, que acaso no consista más que en unas veinticinco personas. Y simplemente porque este tipo de cambio, poco reconocido o analizado en la bibliografía de la filosofía de la ciencia, ocurre tan regularmente en esta escala menor, es tan urgente comprender el cambio revolucionario, en contraste con el acumulativo.

Una última alteración, íntimamente relacionada con la anterior, puede ayudarnos a hacer más fácil esa comprensión. Un buen número de críticos han dudado de que una crisis, la observación común de que algo anda mal, preceda tan invariablemente las revoluciones como yo lo he dicho, implícitamente, en mi texto original. Sin embargo, nada de importancia en mi argumento depende de que las crisis sean un requisito absoluto para la revolución. Tan solo necesitan ser el prelude habitual, que aporte, por decirlo así, un mecanismo de auto-corrección que asegure que la rigidez de la ciencia normal no siga indefinidamente sin ser puesta en duda. También pueden inducirse de otras maneras las revoluciones, aunque creo que ello ocurra raras veces. Además, deseo señalar ahora lo que ha quedado oscurecido antes por falta de un adecuado análisis de la estructura comunitaria: las crisis no tienen que ser generadas por la labor de la comunidad que las

experimenta y que a veces, como resultado, pasa por una revolución. Nuevos instrumentos como el microscopio electrónico o leyes nuevas como la de Maxwell pueden desarrollarse en una especialidad, y su asimilación puede crear crisis en otras.

2. *Los paradigmas como constelación de compromisos del grupo*

Volvámonos ahora a los paradigmas y preguntemos que pueden ser. Mi texto original no deja ninguna cuestión más oscura o más importante. Un lector partidario de mis ideas, quien comparte mi convicción de que "paradigma" indica los elementos filosóficos centrales del libro, ha preparado un índice analítico parcial, y ha concluido que el término ha sido aplicado al menos de veintidós modos distintos.¹⁴ Creo ahora que la mayor parte de esas diferencias se deben a incongruencias de estilo (por ejemplo, las leyes de Newton a veces son un paradigma, a veces partes de un paradigma y a veces son paradigmáticas), y pueden ser eliminadas con relativa facilidad. Pero, una vez hecha tal labor de corrección, aún quedarían dos usos muy distintos del término, que requieren una completa separación. El uso más global es el tema de esta subsección; el otro será considerado en la siguiente.

Habiendo aislado una particular comunidad de especialistas mediante técnicas como las que acabamos de analizar, resultada útil plantearse la siguiente pregunta: ¿qué comparten sus miembros que explique la relativa plenitud de su comunicación profesional y la relativa unanimidad de sus juicios profesionales? A esta pregunta mi texto original responde: un paradigma o conjunto de paradigmas. Pero para el caso, a diferencia del que hemos visto antes, el término resulta inapropiado. Los propios científicos dirían que comparten una teoría o conjunto de teorías, y yo quedaré satisfecho si el término, a fin de cuentas, puede volver a aplicarse para ese uso. Sin embargo, tal como se emplea en la filosofía de la ciencia el término "teoría", da a entender una estructura mucho más limitada en naturaleza y dimensiones de la que requerimos aquí. Mientras el término no quede libre de sus actuales implicaciones, resultará útil adoptar otro, para evitar confusiones. Para nuestros propósitos presentes sugiero "matriz disciplinaria": "disciplinaria" porque se refiere a la posesión común de quienes practican una disciplina particular; "matriz" por que está compuesta por elementos ordenados de varias índoles, cada uno de los cuales requiere una ulterior especificación. Todos o la mayor parte de los objetos de los compromisos de grupo que en mi texto original resultan paradigmas o partes de paradigmas, o paradigmáticos, son partes constituyentes de la matriz disciplinaria, y como tales forman un todo y funcionan en conjunto.

No obstante lo anterior, no se les debe analizar como si fueran todos de una sola pieza. No intentaré esbozar una lista completa, pero haré notar cuáles son las principales clases de componentes de una matriz disciplinada y aclararé así tanto la naturaleza de mi actual enfoque, lo que nos preparará, simultáneamente, para mi siguiente argumento importante.

Una clase importante de componente al que llamaré "generalizaciones simbólicas", teniendo en mente tales expresiones, desplegadas sin duda ni disensión por unos miembros del grupo, fácilmente puede presentarse en una forma lógica como (x) (y) (z) (x, y, z). Tales son los componentes formales, o fácilmente formalizables, de la matriz disciplinaria. En algunas ocasiones ya se les encuentra en una forma simbólica: $f = ma$ o $I =$

¹⁴ Mastermann, *op. cit.*

V/R . Otras habitualmente se expresan en palabras: "los elementos se combinan en proporción constante por el peso" o "acción igual reacción". De no ser por la aceptación general de expresiones como éstas, no habría puntos en que los miembros del grupo pudieran basar las poderosas técnicas de la manipulación lógica y matemática en su empresa de solución de problemas. Aunque el ejemplo de la taxonomía parece indicar que la ciencia normal puede proceder con pocas expresiones semejantes, el poder de una ciencia, generalmente, parece aumentar con el número de generalizaciones simbólicas que tienen a su disposición quienes la practican.

Estas generalizaciones parecen leyes de la naturaleza, pero para los miembros del grupo, su función, a menudo, no es tan sólo ésa. Es a veces, por ejemplo, la Ley de Joule-Lenz, $H = RI^2$. Cuando se descubrió esa ley, los miembros de la comunidad ya sabían lo que representaban H , R e I ; estas generalizaciones simplemente les enseñaban algo acerca de cómo proceden el calor, la corriente y la resistencia, algo que no habían sabido antes. Pero más a menudo, como lo indica un análisis anterior de este mismo libro, las generalizaciones simbólicas, simultáneamente, sirven a una segunda función, que habitualmente es claramente separada en los análisis de los filósofos de la ciencia. Así, $f=ma$, o $I = V/R$, funcionan en parte como leyes, pero también en parte como definiciones de algunos de los símbolos que muestran. A mayor abundamiento, el equilibrio entre su inseparable fuerza legislativa y definidora cambia con el tiempo. En otro contexto, estos argumentos valdrían la pena de hacer un análisis de tallado, pues la naturaleza del compromiso con una ley es muy distinta de la del compromiso con una definición. A menudo las leyes pueden corregirse parte por parte, pero las definiciones, al ser tautologías, no se pueden corregir. Por ejemplo, una parte de lo que exigía la aceptación de la Ley de Ohm era una redefinición tanto de "corriente" como de "resistencia"; si tales términos hubieran seguido significando lo que antes significaban, la Ley de Ohm no habría podido ser cierta; tal es la razón por la que encontró una oposición tan enconada, a diferencia de la Ley de Joule-Lenz.¹⁵ Probablemente tal situación es característica. Ahora yo sospecho que todas las revoluciones, entre otras cosas, implican el abandono de generalizaciones cuya fuerza, previamente, había sido la fuerza de las tautologías. ¿Demostró Einstein que la simultaneidad era relativa, o bien alteró la propia noción de simultaneidad? ¿Simplemente estaban equivocados quienes encontraron una paradoja en la frase "relatividad de la simultaneidad"?

Consideremos ahora un segundo tipo de componente de la matriz disciplinaria, componente acerca del cual se ha dicho ya bastante en mi texto original, bajo títulos como el de "paradigma metafísico" o "las partes metafísicas de los paradigmas". Estoy pensando en compromisos compartidos con creencias tales como: el calor es la energía cinética de las partes constituyentes de los cuerpos; todos los fenómenos perceptibles se deben a la interacción de átomos cualitativamente neutrales en el vacío o bien, en cambio, a la materia y la fuerza, o a los campos. Al reescribir el libro describiría yo ahora tales compromisos como creencias en modelos particulares, y extendería los modelos de categorías para que también incluyeran una variedad relativamente heurística: el circuito eléctrico puede ser considerado como un sistema hidrodinámico de estado estacionado; las moléculas de un gas actúan como minúsculas bolas de billar, elásticas, en un movimien-

¹⁵ Para conocer partes significativas de este episodio véase "The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics", de T. M. Brown, *Historical Studies in the Physical Sciences*, 1 (1969), 61-103 y "Resistance to Ohm's Law", de Morton Schagrin, *American Journal of Physics*, XXI (1963), 536-47.

to producido al azar. Aunque varía la fuerza de los compromisos del grupo, con consecuencias no triviales, a lo largo del espectro de los modelos heurístico a ontológico, sin embargo todos los modelos tienen funciones similares. Entre otras cosas, dan al grupo sus analogías y metáforas preferidas o permisibles. Y al hacer esto ayudan a determinar lo que será aceptado como explicación

y como solución de problemas ; a la inversa, ayudan en la determinación de la lista de enigmas no resueltos y en la evaluación de la importancia de cada uno. Sin embargo, obsérvese que los miembros de las comunidades científicas acaso no compartan ni siquiera los modelos heurísticos, aunque habitualmente si lo hacen. Ya he indicado que durante la primera parte del siglo XIX se podía pertenecer a la comunidad de los químicos sin creer por ello, necesariamente, en los átomos.

Ahora describiré aquí como valores a una tercera clase de elementos de la matriz disciplinaria. Habitualmente se les comparte entre diferentes comunidades, más generalmente que las generalizaciones simbólicas o los modelos, y hacen mucho para dar un sentido de comunidad a los científicos naturalistas en conjunto. Aunque funcionan en todo momento, su importancia particular surge cuando los miembros de una comunidad particular deben identificar una crisis o, después, escoger entre formas incompatibles de practicar su disciplina. Probablemente los valores más profundamente sostenidos se refieren a las predicciones: deben ser exactas; las predicciones cuantitativas son preferibles a las cualitativas; sea cual fuere el margen de error admisible, debe ser continuamente respetado en un campo determinado, y así por el estilo. Sin embargo, también hay valores que deben aplicarse al juzgar ternas enteras: antes que nada, deben permitir la formulación y solución de enigmas; cuando sea posible deben ser sencillas, coherentes y probables, es decir, compatibles con otras teorías habitualmente sostenidas. (Considero ahora como una flaqueza de mi texto original el haber prestado poca atención a valores tales como la coherencia interna y externa al considerar las causas de crisis y factores de elección de teorías). También existen otras clases de valores, por ejemplo, la ciencia debe ser (o no tiene que serlo necesariamente) útil para la sociedad, pero lo anterior indica aquello que tengo en mente.

Sin embargo, un aspecto de los valores compartidos requiere en este punto una mención particular. En un grado más considerable que otras clases de componentes de la matriz disciplinaria, los valores deben ser compartidos por personas que difieren en su aplicación. Los juicios de precisión y exactitud son relativamente estables, aunque no enteramente, de una vez a otra y de un miembro a otro en un grupo particular. Pero los juicios de sencillez, coherencia, probabilidad y similares a menudo varían grandemente de individuo a individuo. Lo que para Einstein resultaba una incoherencia insoportable en la antigua teoría de los *quanta*, incoherencia tal que hacía imposible la investigación de una ciencia normal, fue para Bohr y para otros sólo una dificultad que, por los medios normales, podía resolverse. Algo más importante aún: en aquellas situaciones en que hay que aplicar valores, los diferentes valores, tomados por separado, a menudo obligarán a hacer diferentes elecciones. Una teoría puede resultar más precisa pero menos coherente o probable que otra; asimismo, la antigua teoría de los *quanta* nos ofrece un ejemplo. En suma, aunque los valores sean generalmente compartidos por los hombres de ciencia y aunque el compromiso con ellos sea a la vez profundo y constitutivo de la ciencia, la aplicación de valores a menudo se ve considerablemente afectada por los rasgos de la personalidad individual que diferencia a los miembros del grupo.

Para muchos lectores de los anteriores capítulos, esta característica de la operación de los valores compartidos ha parecido una considerable flaqueza de la posición que he adaptado. Como insisto en que aquello que computen los hombres de ciencia no es suficiente para imponer un acuerdo uniforme acerca de cuestiones tales como la opción entre teorías competitivas o la distinción entre una anomalía ordinaria y otra que provoca crisis, ocasionalmente se me ha acusado de glorificar la subjetividad y aun la irracionalidad.¹⁶ Pero tal reacción ha pasado por alto dos características que muestran los juicios de valor en cualquier campo. En primer lugar, los valores compartidos pueden ser importantes y determinantes del comportamiento del grupo, aun cuando los miembros del grupo no los apliquen todos de la misma manera. (si tal no fuera el caso, no habría especiales problemas filosóficos acerca de la teoría del valor o la estética). No todos los hombres pintaron de la misma manera durante los períodos en que la representación era un valor primario, pero la pauta de desarrollo de las artes plásticas cambió radicalmente al ser abandonado tal valor.¹⁷ Imagínese lo que ocurriría en las ciencias si la coherencia dejase de ser un valor fundamental. En segundo lugar, la variabilidad individual en la aplicación de los valores compartidos puede servir a funciones esenciales para la ciencia. Los puntos en que deben aplicarse los valores son invariablemente aquellos en que deben correrse riesgos. La mayor parte de las anomalías se resuelve por medios normales; la mayoría de las proposiciones de nuevas teorías resultan erróneas. Si todos los miembros de una comunidad respondiesen a cada anomalía como causa de crisis o, abrazaran cada nueva teoría propuesta por un colega, la ciencia dejara de existir. En cambio, si nadie reaccionara a las anomalías o a las flamantes teorías de tal manera que se corrieran grandes riesgos, habría pocas o ninguna revoluciones. En asuntos como estos el recurrir a los valores compartidos, antes que a las reglas compartidas que gobiernan la elección individual, puede ser el medio del que se vale la comunidad para distribuir los riesgos y asegurar, a la larga, el éxito de su empresa.

Volvámonos ahora a una cuarta especie de elemento de la matriz disciplinaria, no la única restante, pero sí la última que analizaré aquí. Para ella resultada perfectamente apropiado el término "paradigma", tanto en lo filológico como en lo autobiográfico; se trata del componente de los compromisos compartidos por un grupo, que inicialmente me llevaron a elegir tal palabra. Sin embargo, como el término ha cobrado una vida propia, lo sustituiré aquí por "ejemplares". Con él quiero decir, inicialmente, las concretas soluciones de problemas que los estudiantes encuentran desde el principio de su educación científica, sea en los laboratorios, en los exámenes, o al final de los capítulos de los textos de ciencia. Sin embargo, a estos ejemplos compartidos deben añadirse al menos al de las soluciones de problemas técnicos que hay en la bibliografía periódica que los hombres de ciencia encuentran durante su carrera de investigación post-estudiantil, y que también les enseñan, mediante el ejemplo, cómo deben realizar su tarea. Más que otras clases de componentes de la matriz disciplinaria, las diferencias entre conjuntos de ejemplares dan a la comunidad una finísima estructura de la ciencia. Por ejemplo, todos los físicos empiezan aprendiendo los mismos ejemplares: problemas tales como el plano inclinado, el péndulo cónico y las órbitas keplerianas, instrumentos como el vernier, el calorímetro y el puente de Wheatstone. Sin embargo, al avanzar su

¹⁶ Véase particularmente: "Meaning and Scientific Change", de Dudley Shapere, en *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, The University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science, III (Pittsburgh, 1966), 41- 85; *Science and Subjectivity*, de Israel Scheffler (Nueva York, 1967); y el ensayo de Sir Karl Popper de Imre Lakatos en *Growth of Knowledge*.

¹⁷ Véase la discusión al principio de la sección XIII.

preparación, las generalizaciones simbólicas que comparten se ven ilustradas cada vez más a menudo por diferentes ejemplares. Aunque tanto los físicos especializados en transistores como los físicos teóricos de un campo comparten y aceptan la ecuación de Schrödinger, tan solo sus aplicaciones más elementales son comunes a ambos grupos.

3. *Los paradigmas como ejemplos compartidos*

El paradigma como ejemplo compartido es el elemento central de lo que hoy considera como el aspecto más novedoso y menos comprendido de este libro. Por lo tanto, sus ejemplares requieren más atención que las otras clases de componentes de la matriz disciplinaria. Los filósofos de la ciencia habitualmente no han elucidado los problemas que encuentra el estudiante en los laboratorios o en los textos de ciencia, pues se supone que éstos tan solo aportan una práctica en la aplicación de aquello que ya sabe el estudiante. Se dice que no puede resolver problemas a menos que ya conozca la teoría y algunas reglas para su aplicación. El conocimiento científico se halla como empotrado en la teoría y la regla; se ofrecen problemas para darle facilidad a su aplicación. Sin embargo, yo he tratado de sostener que esta localización del conocimiento cognoscitivo de la ciencia es un error. Después que el estudiante ha resuelto muchos problemas, tan solo podrá lograr más facilidad si resuelve más aún. Pero al principio y durante cierto tiempo, resolver problemas es aprender cosas consecutivas acerca de la naturaleza. A falta de tales ejemplares, las leyes y teorías que previamente haya aprendido tendrán muy escaso contenido empírico.

Para indicar lo que tengo en mente volveré por un momento a las generalizaciones simbólicas. Un ejemplo muy extensamente compartido es la Segunda Ley del Movimiento, de Newton, generalmente escrita como $f = ma$. Los sociólogos, por ejemplo, o los lingüistas que descubren que la expresión correspondiente ha sido proferida y recibida sin problemas por los miembros de una comunidad dada, no habrán aprendido mucho, sin gran investigación adicional, acerca de lo que significa la expresión o los términos que la forman, acerca de cómo los científicos de la comunidad relacionan la expresión con la naturaleza. En realidad, el hecho de que la acepten sin ponerla en tela de duda y que la utilicen en un punto en el cual introducen la manipulación lógica y matemática, no implica por sí mismo que todos convengan en cosas tales como significado y aplicación. Desde luego, convienen hasta un grado considerable, o el hecho rápidamente saldría a la luz a partir de sus subsiguientes conversaciones. Pero bien podemos preguntar en qué punto y por qué medio han llegado a ello. ¿Cómo han aprendido, ante una situación experimental dada, a escoger las fuerzas, masas y aceleraciones pertinentes?

En la práctica, aunque este aspecto de la situación pocas veces o nunca se nota, lo que los estudiantes tienen que aprender es aún más complejo que todo eso. No es exactamente que la manipulación lógica y matemática se aplique directamente a $f = ma$. Una vez examinada, la expresión resulta un esbozo de ley o un esquema de ley. Cuando el estudiante o el científico practicante pasa de una situación problemática a la siguiente, cambia la generalización simbólica a la que se aplican tales manipulaciones. Para el caso de la caída libre, $f = ma$ se convierte en $mg = m \, d^2s/dt^2$. Para el péndulo simple se transforma en $mg \, \text{sen } \theta = -ml \, d^2\theta / dt^2$; para una pareja de osciladores armónicos que actúan uno sobre otro se convierte en dos ecuaciones, la primera de las cuales puede escribirse así : $m_1 \, d_2/s_1 + k_1s_1 = k_2 (s_2 - s_1 + d)$ y para situaciones más complejas, tales

como las del giróscopo, toma otras formas, cuyo parecido familiar con $f = ma$ es todavía más difícil de descubrir. Sin embargo, mientras aprende a identificar fuerzas, masas y aceleraciones en toda una variedad de situaciones físicas nunca antes encontradas, el estudiante también ha aprendido a diseñar la versión adecuada de $f = ma$ a través de la cual puede interrelacionar las, y a menudo una versión para la cual nunca ha encontrado un equivalente literal. ¿Cómo ha aprendido a hacer todo esto?

Un fenómeno conocido tanto de los estudiantes de la ciencia como de sus historiadores nos ofrece una clave. Los primeros habitualmente informan que han seguido de punta a cabo un capítulo de su texto, que lo han comprendido a la perfección, pero que sin embargo tienen dificultades para resolver muchos de los problemas colocados al final del capítulo. Por lo general, asimismo, estas dificultades se disuelven de la misma manera.

Con o sin ayuda de su instructor, el estudiante, descubre una manera de ver su problema, *como* un problema que ya había encontrado antes. Una vez captada la similitud, percibida la analogía entre dos o más problemas distintos, puede interrelacionar símbolos y relacionarlos con la naturaleza de las maneras que ya han resultado efectivas antes. El esbozo de ley, como por ejemplo $f = ma$, ha funcionado como instrumento, informando al estudiante de las similitudes que debe buscar, mostrándole la *Gestalt* en que puede verse la situación. La resultante capacidad para percibir toda una variedad de situaciones como similares, como sujeto para $f = ma$ o para alguna otra generalización simbólica es, en mi opinión, lo principal que adquiere un estudiante al resolver problemas ejemplares, sea con papel y lápiz o en un laboratorio bien provisto. Después de completar un cierto número, que puede variar extensamente de un individuo al siguiente, contempla la situación a la que se enfrenta como un científico en la misma *Gestalt* que otros miembros de su grupo de especialistas. Para él ya no son las mismas situaciones que había encontrado al comenzar su preparación. En el ínterin ha asimilado una manera de ver las cosas, comprobada por el tiempo y sancionada por su grupo.

El papel de las relaciones de similitud adquiridas también se muestra claramente en la historia de las ciencias. Los científicos resuelven los enigmas modelándolos sobre anteriores soluciones de enigmas, a menudo recurriendo apenas a las generalizaciones simbólicas. Galileo descubrió que una bola que rueda por una pendiente adquiere la velocidad exactamente necesaria para volver a la misma altura vertical en una segunda pendiente de cualquier cuesta, y aprendió a ver tal situación experimental como el péndulo con una masa puntual como lenteja. Huygens resolvió entonces el problema de la oscilación de un péndulo físico imaginando que el cuerpo extendido de este último se componía de unos péndulos puntuales galileicos, y que los nexos entre ambos podían soltarse instantáneamente en cualquier punto de su vaivén. Una vez sueltos los vínculos, podrían balancearse libremente los péndulos puntuales, pero su colectivo centro de gravedad cuando cada uno llegara a su punto más alto, como el del péndulo de Galileo, tan sólo subida a la altura desde la cual había empezado a caer el centro de gravedad del péndulo extendido. Finalmente, Daniel Bernoulli descubrió cómo hacer que el flujo de agua que pasa por un orificio se pareciera al péndulo de Huygens. Determínese el descenso del centro de gravedad del agua que hay en el tanque y del chorro durante un infinitesimal intervalo de tiempo. Luego imagínese que cada partícula de agua después avanza separadamente, hacia arriba, hasta la máxima altura alcanzable con la velocidad adquirida durante el intervalo. El ascenso del centro de gravedad de las partículas individuales entonces debe equipararse con el descenso del centro de gravedad del agua que hay en el tanque y el chorro. Desde tal punto, la tan largamente buscada velocidad del

efluvio apareció inmediatamente.¹⁸ Este ejemplo debe empezar a poner en claro lo que quiero decir con aprender a partir de los problemas, a ver situaciones como similares, como sujetas a la aplicación de la misma ley o esbozo de ley científica. Simultáneamente, debe mostrar por qué me refiero al conocimiento consecuencial de la naturaleza, adquirido mientras se aprendía la relación de similitud y, después, incorporado a una forma de ver las situaciones físicas, que no en reglas o leyes. Los tres problemas del ejemplo, todos ellos ejemplares para los mecánicos del siglo XVIII, muestran tan solo una ley de la naturaleza. Conocida como el Principio de *vis viva*, habitualmente se planteaba como "descenso real igual a ascenso potencial". La aplicación hecha por Bernoulli de tal ley debe mostrarnos cuán consecuencial era. Y sin embargo, el planteamiento verbal de la ley, en sí mismo, es virtualmente impotente. Preséntesele a un actual estudiante de física, que conozca las palabras y que puede resolver todos sus problemas, pero que hoy se vale de medios distintos. Luego imagínese lo que las palabras, aunque bien conocidas, pueden haber dicho a un hombre que no conociera siquiera los problemas. Para él la generalización podía empezar a funcionar tan solo cuando aprendiera a reconocer los "descensos reales" y los "ascensos potenciales" como ingredientes de la naturaleza, y ello ya es aprender algo, anterior a la ley, acerca de las situaciones que la naturaleza presenta y no presenta. Tal suerte de aprendizaje no se adquiere exclusivamente por medios verbales; antes bien, surge cuando se unen las palabras con los ejemplos concretos de cómo funcionan en su uso; naturaleza y palabra se aprenden al unísono. Utilizando una vez más una útil frase de Michael Polanyi, lo que resulta de este proceso es un "conocimiento tácito" que se obtiene practicando la ciencia, no adquiriendo reglas para practicarla.

4. *Conocimiento tácito e intuición*

Tal referencia al conocimiento tácito y el consecuente rechazo de las reglas ponen en relieve otro problema que ha interesado a muchos de mis críticos y que pareció aportar una base para acusarme de subjetividad e irracionalidad. Algunos lectores han considerado que yo estaba tratando de hacer que la ciencia se basara en intuiciones individuales inanalizables, antes que en la ley y en la lógica. Pero tal interpretación resulta desviada en dos aspectos esenciales. En primer lugar, si estoy hablando siquiera acerca de intuiciones, no son individuales. Antes bien; son las posesiones, probadas y compartidas, de los miembros de un grupo que han logrado éxito, y el practicante bisoño las adquiere mediante su preparación, como parte de su aprendizaje para llegar a pertenecer a un grupo. En segundo lugar, en principio no son inanalizables. Por el contrario, actualmente estoy experimentando con un programa de computadoras destinado a investigar sus propiedades a un nivel elemental. Acerca de tal programa no tengo nada que decir aquí,¹⁹ pero hasta una mención de él debe probar mi punto más esencial. Cuando hablo de un conocimiento incorporado a unos ejemplos compartidos, no estoy refiriéndome a un modo de conocimiento que sea menos sistemático o menos analizable que el cono-

¹⁸ Véase un ejemplo en: *A History of Mechanics*, de René Dugas traducción al inglés de J. R. Maddox (Neuchatel, 1955) pp. 135 - 36, 186 - 93, e *Hidrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum*, de Daniel Bernoulli (Estrasburgo, 1738), Sec. 3. Para ver el grado de desarrollo alcanzado por la mecánica durante la primera mitad del siglo XVIII, modelando una solución sobre otra, véase: "Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*", de Clifford Truesdell, *Texas Quarterly*, X (1967), pp. 238 -58.

¹⁹ Alguna información sobre este tema puede encontrarse en "Second Thoughts".

cimiento incorporado a las reglas, leyes o normas de la ejemplificación. En cambio, tengo en mente un modo de conocer deficientemente construido, aunque haya sido reconstruido de acuerdo con las reglas tomadas de ejemplares, y que después han funcionado en lugar de estos. O, para decir la misma cosa de otro modo, cuando hablo de adquirir de unos paradigmas la capacidad de reconocer una situación dada como parecida o no parecida a otras antes vistas, no estoy indicando un progreso que no sea, potencialmente, del todo explicable en términos del mecanismo neuro-cerebral. En cambio, estoy afirmando que la explicación, por su naturaleza, no responderá a la pregunta "¿similar con respecto a qué?" Tal pregunta es una petición de una regla, en este caso de unas normas por las cuales unas situaciones particulares se agrupan en conjuntos de similitud, y estoy afirmando que la tentación de buscar normas (o al menos un conjunto completo) debe resistirse en este caso. Sin embargo, no es al sistema al que me estoy oponiendo, sino a una clase particular de sistema.

Para dar más sustancia a mi argumento, tendrá que hacer una breve digresión. Lo que sigue me parece obvio en la actualidad, pero el constante recurrir en mi texto original a frases como "el mundo cambia" parece indicar que no siempre fue así. Si dos personas se encuentran en el mismo lugar y miran en la misma dirección, debemos, bajo pena de caer en un solipsismo, concluir, que reciben unos estímulos muy similares. (Si ambos pudieran fijar su mirada en el mismo lugar, los estímulos serían idénticos). Pero la gente no ve estímulos; nuestro conocimiento de éstos es sumamente teórico y abstracto. En cambio, tienen sensaciones, y nada nos obliga a suponer que las sensaciones de nuestras dos personas sean las mismas. (Los escépticos acaso recordarán que la ceguera al color nunca fue advertida hasta que John Dalton la describió en 1794). Por el contrario, muchos procesos neurales ocurren entre la recepción de un estímulo y la conciencia de una sensación. Entre las otras cosas que sabemos con seguridad acerca de ello están: que muy diferentes estímulos pueden producir las mismas sensaciones; que el mismo estímulo puede producir muy distintas sensaciones, y; finalmente que el camino del estímulo a la sensación está condicionado, en parte, por la educación. Individuos educados en distintas sociedades se comportan en algunas ocasiones como si vieran diferentes cosas. Si no tuviéramos la tentación de identificar los estímulos, uno a uno, con las sensaciones, podríamos reconocer que en realidad hacen eso.

Nótese ahora que dos grupos, cuyos miembros tienen sensaciones sistemáticamente distintas al recibir los mismos estímulos, en *cierto sentido* viven en diferentes mundos. Suponemos la existencia de los estímulos para explicar nuestras percepciones del mundo y suponemos su inmutabilidad para evitar el solipsismo, tanto individual como social. No tengo la menor reserva ante ninguna de las dos suposiciones. Pero nuestro mundo está poblado, en primer lugar, no por estímulos, sino por los objetos de nuestras sensaciones, y éstos no tienen que ser los mismos, de un individuo a otro, o de un grupo a otro. Por supuesto, hasta el grado en que los individuos pertenecen al mismo grupo y comparten así educación, idioma, experiencias y cultura, tenemos buenas razones para suponer que sus sensaciones son las mismas. ¿De qué otro modo deberíamos comprender la plenitud de su comunicación y lo común de sus respuestas conductistas a su medio? Deben de ver cosas, estímulos de procesos, de manera muy parecida. Pero donde empiezan las diferenciaciones y la especialización de los grupos, ya no tenemos una prueba similar de la inmutabilidad de las sensaciones. Sospecho que un mero provincianismo nos hace suponer que el camino de los estímulos a la sensación es el mismo para los miembros de todos los grupos.

Si volvemos ahora a los ejemplares y reglas, lo que he estado tratando de decir, por muy provisional que haya sido mi manera de hacerlo, es esto: una de las técnicas fundamentales por las que los miembros de un grupo, ya sea toda una cultura o una subcomunidad de especialistas dentro de ella, aprenden a ver las mismas cosas cuando se encuentran ante los mismos estímulos, es al verse ante ejemplos de situaciones que sus predecesores en el mismo grupo ya habían aprendido a ver como similares y como diferentes de otras especies de situaciones. Estas situaciones similares pueden ser sucesivas presentaciones sensorias del mismo individuo, digamos de una madre, básicamente reconocida de vista como lo que es, y como diferente del padre o de la hermana. Pueden ser presentaciones de los miembros de familias naturales, digamos de cisnes por una parte y de gansos por la otra. O bien, para los miembros de grupos más especializados, pueden ser ejemplos de la situación newtoniana, o de sus situaciones; es decir, que todos son similares ya que están sujetos a una versión de la forma simbólica $f = ma$ y que son distintos de las situaciones a las que, por ejemplo, se aplican los proyectos de ley de la óptica.

Admitamos por el momento que pueda ocurrir algo de esta índole. ¿Debemos decir que lo que se ha adquirido de unos ejemplares son las reglas y la capacidad de aplicarlas? Esta descripción es tentadora porque el hecho de que veamos una situación como parecida a las que hemos encontrado antes tiene que ser el resultado de un procesamiento neural, gobernado absolutamente por leyes físicas y químicas. En este sentido, en cuanto hemos aprendido a hacerlo, el reconocimiento de la similitud debe ser tan totalmente sistemático como el latir de nuestros corazones.

Pero ese paralelo mismo nos sugiere que el reconocimiento también puede ser involuntario, un proceso sobre el cual no tenemos ningún dominio. Si es así, entonces no debemos concebirlo propiamente como algo que logramos mediante la aplicación de reglas y normas. Hablar de él en estos términos implica que tenemos acceso a opciones; por ejemplo, acaso hayamos desobedecido una regla, o aplicado mal una norma, experimentado con otra forma de ver.²⁰ Esas, lo acepto, son las clases de cosas que no podemos hacer.

O, más precisamente, son cosas tales que no podemos hacer hasta que hayamos tenido una sensación, que hayamos percibido algo; entonces a menudo buscamos normas y las ponemos en uso. Entonces podemos embarcarnos en una interpretación, proceso deliberativo por el cual escogemos entre alternativas, como no lo hacemos en la percepción misma. Quizás, por ejemplo, haya algo raro en lo que hemos visto (recuérdense unas barajas anormales). Al dar vuelta a una esquina vemos a mamá entrando en una tienda del centro en un momento en que creíamos que se encontraba en casa. Al contemplar lo que hemos visto, de pronto exclamamos: ¡"Esa no era mamá, pues tenía el cabello rojo!" Al entrar en la tienda vemos de nuevo a esa señora y no podemos entender cómo pudimos confundirla con mamá. O, quizá vemos las plumas de la cola de un ave que está tomando sus alimentos del fondo de una piscina. ¿Se trata de un cisne o un ganso? Contemplamos lo que hemos visto y mentalmente comparamos las plumas de la cola con las de los cisnes y gansos que antes hemos visto. O quizás, si nos inclinamos hacia la ciencia, tan sólo queremos saber algunas características generales (la blancura de los cisnes,

²⁰ Nunca hubiera sido necesario establecer este punto si todas las leyes fueran como las de Newton y todas las reglas como los Diez Mandamientos. En tal caso, la frase "quebrantar una ley", no tendría sentido y un rechazo de las reglas no parecería implicar un proceso no gobernado por leyes. Por desgracia las leyes de tránsito y productos similares de la legislación sí pueden quebrantarse, facilitando la confusión.

por ejemplo) de los miembros de una familia zoológica que fácilmente podamos reconocer. Una vez más, contemplamos lo que antes habíamos percibido, buscando lo que tengan en común los miembros de la familia dada.

Todos estos son procesos deliberativos, y en ellos buscamos y desplegamos normas y reglas. Es decir, tratamos de interpretar las sensaciones que ya tenemos, de analizar qué es lo dado para nosotros. Por mucho que hagamos eso, los procesos en cuestión finalmente deben ser neurales, y por tanto están gobernados por las mismas leyes fisicoquímicas -que gobiernan la percepción, por una parte, y el latido de nuestros corazones, por la otra. Pero el hecho de que el sistema obedezca las mismas leyes en los tres casos no es una razón para suponer que nuestro aparato neural está programado para operar de la misma manera en la interpretación como en la percepción o en ambas como en el latir de nuestros corazones. A lo que hemos estado oponiéndonos en este libro es, por tanto, al intento, tradicional desde Descartes, pero no antes, de analizar la percepción como un proceso interpretativo, como una versión inconsciente de lo que hacemos después de haber percibido.

Lo que hace que la integridad de la percepción valga la pena de subrayarse es, por supuesto, que tanta experiencia pasada se encuentre incorporada en el aparato neural que transforma los estímulos en sensaciones. Un mecanismo perceptual apropiadamente programado tiene valor de supervivencia. Decir que los miembros de distintos grupos pueden tener distintas percepciones cuando se encuentran ante los mismos estímulos no es implicar que tengan percepciones en absoluto. En muchos medios, el grupo que no podía diferenciar los perros de los lobos, no pudo subsistir. Tampoco podría un grupo de físicos nucleares de hoy sobrevivir como hombres de ciencia si no pudieran reconocer las huellas de las partículas alfa y de los electrones. Es precisamente porque hay tan pocas maneras de ver por lo que aquellas que han pasado por las pruebas de uso del grupo son dignas de ser transmitidas de generación en generación. Asimismo, es porque han sido seleccionadas por su triunfo sobre el tiempo histórico por lo que tenemos que hablar de la experiencia y el conocimiento de la naturaleza incorporados en el camino del estímulo a la sensación.

Quizás "conocimiento" no sea la palabra adecuada, pero hay razones para valernos de ella. Lo que está incluido en el proceso neural que transforma los estímulos en sensaciones tiene las características siguientes: ha sido transmitido por medio de la educación; tentativamente, ha resultado más efectivo que sus competidores históricos en el medio actual de un grupo; y, finalmente, está sujeto a cambio, tanto por medio de una nueva educación como por medio del descubrimiento de incompatibilidad con el medio. Tales son características del conocimiento, y ello explica por qué aplico yo ese término. Pero es un uso extraño, porque falta otra característica. No tenemos acceso directo a lo que es aquello que sabemos, no tenemos reglas de generalización con que expresar este conocimiento. Las reglas que pudieran darnos tal acceso se referían a los estímulos, no a las sensaciones. Y solo podemos conocer los estímulos mediante una elaborada teoría. A falta de ella, el conocimiento incluido en el camino del estímulo de sensación sigue siendo tácito.

Lo que antes se ha dicho acerca de la sensación, aunque obviamente preliminar, y que por ello no tiene que ser exacto en todos sus detalles, ha sido considerado literalmente. Por lo menos, es una hipótesis acerca de la visión que debe someterse la investigación experimental, aunque, probablemente, no a una verificación directa. Pero hablar así de

ver y de sensaciones también sirve aquí a unas funciones metafóricas, como en todo el cuerpo de este libro. No vemos los electrones, sino antes bien su recorrido, o bien burbujas de vapor en una cámara de niebla. No vemos para nada las corrientes eléctricas, sino, antes bien, la aguja de un amperímetro o de un galvanómetro. Sin embargo, en las páginas anteriores, particularmente en la Sección X, repetidas veces he procedido como si en realidad percibiéramos entidades teóricas, como corrientes, electrones y campos, como si aprendiésemos a hacerlo examinando ejemplos, y como si en todos estos casos fuese erróneo dejar de hablar de "ver". La metáfora que transfiere "ver" a contextos similares apenas resulta base suficiente para tales afirmaciones. A la larga, tendrá que ser eliminada en favor de un modo de discurso más literal.

El programa de computadoras antes referido empieza a indicar las maneras en que esto pueda hacerse, pero ni el espacio de que disponemos ni el grado de mi actual comprensión me permiten eliminar aquí la metáfora.²¹ En cambio, brevemente trataré de sostenerla. Ver unas gotitas de agua o una aguja contra una escala numérica es una primitiva experiencia perceptual para el hombre que no está acostumbrado a cámaras de niebla y amperímetros. Por ello, requiere contemplación, análisis e interpretación (o bien la intervención de una autoridad exterior) antes de que pueda llegarse a conclusiones acerca de corrientes de electrones. Pero la posición de quien ha aprendido acerca de tales instrumentos y ha tenido una gran experiencia con tales ejemplos es muy distinta, y hay una diferencia correspondiente, en la forma en que procesa los estímulos que le llegan a partir de aquellos. Contemplando el vapor de su aliento en una fría noche de invierno, su sensación puede ser la misma del lego, pero al ver una cámara de niebla ve (aquí sí literalmente) no gotitas sino el rastro de electrones, partículas alfa, etc. Tales pistas, si el lector desea, son las normas que él interpreta como índices de la presencia de las partículas correspondientes, pero tal camino es a la vez más breve y distinto del que sigue aquél que interpreta las gotitas.

O bien, consideremos al científico que inspecciona un amperímetro para determina el número ante el cual se ha detenido la aguja. Su sensación probablemente sea la misma que la del profano, particularmente si este último ha leído antes otras clases de metros. Pero ha visto el metro (una vez más, a menudo literalmente) en el contexto de todo el circuito, y sabe algo acerca de su estructura interna. Para él, la posición de la aguja es una norma, pero tan solo del *valor* de la corriente. Para interpretarla sólo tiene que determinar en qué escala debe leerse el metro. En cambio, para el profano la posición de la

²¹ Para los lectores de "Second Thoughts", las siguientes observaciones críticas pueden servir de guía. La posibilidad de un reconocimiento inmediato de los miembros de las familias naturales depende de la existencia, después del procesamiento neural, del espacio perceptual vacío entre las familias que deben ser discriminadas. Si por ejemplo, hubiera un continuo percibido de las clases de aves acuáticas, desde los gansos hasta los cisnes, estaríamos obligados a introducir un criterio específico para distinguirlos. Algo simular puede decirse para entidades no observables. Si una teoría física sólo admite la existencia de una corriente eléctrica, entonces un pequeño número de normas, que pueden variar considerablemente de un caso a otro, sería suficiente para identificar la corriente, aun cuando no haya un conjunto de reglas que especifiquen las condiciones necesarias y suficientes para la identificación. El punto sugiere un corolario plausible, que puede ser más importante. Dado un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para identificar una entidad teórica, esa entidad puede ser eliminada a partir de la ontología de una teoría por sustitución. Sin embargo, en ausencia de tales reglas, esas entidades no son eliminables; la teoría, entonces, exige su existencia.

aguja no es una norma de nada, excepto de sí misma. Para interpretarla, tendrá que examinar toda la posición de los alambres, internos y externos, experimentar con baterías e imanes, etc. En el uso metafórico tanto como en el literal de "ver", la interpretación empieza donde la percepción termina. Los dos procesos no son uno mismo, y lo que la percepción deja para que la interpretación lo complete depende radicalmente de la naturaleza y de la cantidad de la anterior experiencia y preparación.

5. *Ejemplares, incommensurabilidad y revoluciones*

Lo que hemos dicho antes nos ofrece una base para aclarar un aspecto más del libro: mis observaciones sobre la incommensurabilidad y sus consecuencias para los científicos que han debatido la opción entre teorías sucesivas.²² En las Secciones X y XII yo he afirmado que en tales debates, uno y otro bando inevitablemente ven de manera diferente algunas de las situaciones experimentales u observacionales a las que tienen acceso. Sin embargo, como los vocabularios en que discuten de tales situaciones constan predominantemente de los mismos términos, tienen que estar remitiendo algunos de tales términos a la naturaleza de una manera distinta, y su comunicación, inevitablemente, resulta sólo parcial. Como resultado, la superioridad de una teoría sobre otra es algo que no puede demostrarse en el debate. En cambio, como he insistido, cada bando, mediante la persuasión, debe tratar de convertir al otro. Tan solo los filósofos han interpretado con graves errores la intención de estas partes de mi argumento. Sin embargo, muchos de ellos han asegurado que yo creo lo siguiente:²³ los defensores de teorías incommensurables no pueden comunicarse entre sí, en absoluto; como resultado, en un debate sobre la elección de teorías no puede recurrirse a *buenas* razones: en cambio la teoría habrá de escogerse por razones que, a fin de cuentas, son personales y subjetivas; alguna especie de percepción mística es la responsable de la decisión a que al final se llegue. Más que ninguna otra parte de este libro, los pasajes en que se basan estas erróneas interpretaciones han sido responsables de las acusaciones de irracionalidad.

Considérense primero mis observaciones sobre la prueba. Lo que he estado tratando de explicar es un argumento sencillo, con el que desde hace largo tiempo están familiarizados los filósofos de la ciencia. Los debates sobre la elección de teorías no pueden tener una forma que se parezca por completo a la prueba lógica o matemática. En esta última, desde el principio quedan estipuladas las premisas y reglas de inferencia. Si hay desacuerdo acerca de las conclusiones, los bandos que participen en el siguiente debate podrán volver sobre sus pasos, uno por uno, revisando cada uno contra toda estipulación anterior. Al final de cada proceso, uno u otro tendrán que admitir que han cometido un error, que han violado una regla previamente aceptada. Después de tal admisión no tendrán a quien recurrir, y la prueba de su oponente resultará decisiva. En cambio, sólo si los dos descubren que difieren acerca del significado o de la aplicación de las reglas estipuladas, que el acuerdo anterior no ofrece una base suficiente para la prueba, sólo entonces continúa el debate en la forma que inevitablemente toma durante las revoluciones científicas. Tal debate es acerca de las premisas, y recurre a la persuasión como preludeo de la posibilidad de demostración.

²² Los puntos que siguen son tratados con mayor detalle en las secciones 5 y 6 de "Reflections".

²³ Ver los trabajos citados en la nota 9 y, también el ensayo de Stephen Toulmin en *Growth of Knowledge*.

En esta tesis, relativamente familiar, no hay nada que implique que no hay buenas razones para quedar persuadido, o que tales razones a fin de cuentas no son decisivas para el grupo. Tampoco implica siquiera que las razones para la elección son distintas de aquellas que habitualmente catalogan los filósofos de la ciencia: precisión, sencillez, utilidad y similares. Sin embargo, lo que debe indicar es que tales razones funcionan como valores y que así pueden aplicarse de manera diferente, individual y colectivamente, por los hombres que convienen en aceptarlas. Por ejemplo, si dos hombres no están de acuerdo acerca de la utilidad relativa de sus teorías, o si convienen en ellas pero no en la importancia relativa de la utilidad y, digamos, en el ámbito que ofrecen para llegar a una decisión, ninguno podrá quedar convencido de haberse equivocado. Tampoco estará siendo anticientífico ninguno de los dos. No hay un algoritmo neutral para la elección de teorías, no hay ningún procedimiento sistemático de decisión que, aplicado adecuadamente, deba conducir a cada individuo del grupo a la misma decisión. En este sentido es la comunidad de los especialistas, que no sus miembros individuales, la que hace efectiva la decisión. Para comprender por qué se desarrolla la ciencia tal como lo hace, no es necesario desentrañar los detalles de biografía y personalidad que llevan a cada individuo a una elección particular, aunque esto ejerza una notable fascinación. Lo que debe comprenderse, en cambio, es el modo en que un conjunto particular de valores compartidos interactúa con las experiencias particulares que comparte toda una comunidad de especialistas para determinar que la mayoría de los miembros del grupo a fin de cuentas encuentren decisivo un conjunto de argumentos por encima de otro. Tal proceso es la persuasión, pero presenta un problema más profundo aún. Dos hombres que perciben la misma situación de modo diferente pero que sin embargo no se valen del mismo vocabulario, al discutirlo tienen que estar valiéndose de las palabras de un modo distinto. Es decir, hablan de lo que yo he llamado puntos de vista inconmensurables. ¿Cómo pueden tener esperanzas de entenderse y mucho menos de ser persuasivos? Hasta una respuesta preliminar a tal pregunta requiere una mayor especificación de la naturaleza de la dificultad. Supongo que, al menos en parte, tal especificación toma la forma siguiente. La práctica de la ciencia normal depende de la capacidad, adquirida a partir de ejemplares, de agrupar objetos y situaciones en conjuntos similares que son primitivos en el sentido en que el agrupamiento se hace sin contestar a la pregunta: "¿Similar con respecto a qué?" Un aspecto central de toda evolución es, entonces, que cambien algunas de las relaciones de similitud. Objetos que fueron agrupados en el mismo conjunto con anterioridad se agrupan de diferentes maneras después, y viceversa. Piénsese en el Sol, la Luna, Marte y la Tierra antes y después de Copérnico; de la caída libre, del movimiento pendular y planetario antes y después de Galileo; o en sales, aleaciones y mezclas de hierros azufrados antes y después de Dalton. Como la mayor parte de los objetos, aun dentro de los conjuntos alterados, continúan agrupados, habitualmente se conservan los nombres de los conjuntos. No obstante, la transferencia de un subconjunto forma parte de un cambio crítico en la red de sus interrelaciones. Transferir los metales del conjunto de compuestos al conjunto de elementos desempeñó un papel esencial en el surgimiento de una nueva teoría de la combustión, de la acidez, y de la combinación física y química. En poco tiempo tales cambios se habían extendido por todo el campo de la química. Por tanto, no es de sorprender que cuando ocurren tales redistribuciones, dos hombres cuyo discurso previamente había procedido con, una comprensión aparentemente completa, de pronto puedan encontrarse respondiendo a un mismo estímulo con descripciones y generalizaciones incompatibles. Esas dificultades no se harán sentir en todos los campos, ni siquiera de su mismo discurso científico, pero si se plantearán y se agruparán luego más densamente alrededor de los fenómenos de los cuales depende más la elección de una teoría.

Tales problemas, aun cuando por primera vez se hacen evidentes en la comunicación, no son meramente lingüísticos, y no pueden resolverse simplemente estipulando la definición de los términos más difíciles. Como las palabras alrededor de las cuales se agrupan las dificultades han sido aprendidas, en parte por su directa aplicación a ejemplares, quienes participan en una interrupción de la comunicación no pueden decir: 'Yo uso la palabra 'elemento' (o 'mezcla' o 'planeta' o 'movimiento incontrolado') de manera determinada por las siguientes normas". Es decir, no pueden recurrir a un lenguaje neutro que ambos apliquen de la misma manera y que sea adecuado al planteamiento de sus teorías o siquiera a las consecuencias empíricas de las teorías. Parte de la diferencia es anterior a la aplicación de los idiomas en que, sin embargo, se refleja.

Los hombres que experimentan tales interrupciones a la comunicación, por lo tanto, deben conservar algún recurso. Los estímulos que actúan sobre ellos son los mismos. Y también su aparato neural general, por muy distintamente programado que esté. A mayor abundamiento, excepto en una pequeña zona del conocimiento (aunque importantísima) aun su programación neural debe estar muy cerca de ser la misma, pues tienen en común una historia, excepto el pasado inmediato. Como resultado, tanto su mundo como su lenguaje científicos son comunes. Dado todo eso en común, debe poder descubrir mucho acerca de aquello en que difieren. Sin embargo, las técnicas requeridas no son ni directas ni confortables, ni partes del arsenal normal del científico. Los científicos rara vez las reconocen por lo que son, y rara vez las utilizan durante más tiempo del requerido para tratar de inducir a una conversión o para convencerse a si mismos de que no obtenerla.

En resumen, lo que pueden hacer quienes participan en una interrupción de la comunicación es reconocerse unos a otros como miembros de diferentes comunidades lingüísticas, y entonces se convierten en traductores.²⁴ Tomando como objeto de estudio las diferencias entre su propio discurso intragrupal e intergrupar, pueden, en primer lugar, tratar de descubrir los términos y locuciones que, usados sin problemas dentro de la comunidad son, no obstante, focos de disturbio para las discusiones intergrupales. (Las locuciones que no presentan tales dificultades pueden traducirse homofónicamente). Habiendo aislado de la comunidad científica tales ámbitos de dificultad, en un esfuerzo más por dilucidar sus perturbaciones, pueden valerse del vocabulario que diariamente comparten. Es decir, cada uno puede hacer un intento de descubrir lo que el otro mundo ve y dice cuando se le presenta un estímulo que pudiera ser distinto de su propia respuesta verbal. Si pueden contenerse lo suficiente para no explicar un comportamiento anormal como consecuencia de un simple error o de locura, con el tiempo pueden volverse muy buenos pronosticadores del comportamiento del otro bando. Cada uno habrá aprendido a traducir la teoría del otro y sus consecuencias a su propio lenguaje y, simultáneamente, a describir en su idioma el mundo al cual se aplica tal teoría. Eso es lo

²⁴ La ya clásica fuente para la mayor parte de los aspectos pertinentes de la traducción es *Word and Object*, de W. V. O. Quine (Cambridge, Mass., y Nueva York, 1969). caps., I y II. Pero Quine parece considerar que dos hombres que reciben el mismo estímulo deben tener la misma sensación, y por lo tanto tiene que decir sobre el grado que debe alcanzar un traductor para describir el mundo al que se aplica el lenguaje interpretado. Para ese último punto véase "Linguistics and Ethnology in Translation Problems", de E. A. Nida en ed. Del Hymes, *Language and Culture in Society* (Nueva York 1964), pp. 90-97.

que regularmente hacen (o debieran hacer) los historiadores de la ciencia cuando se enfrentan a teorías científicas anticuadas.

Como la traducción, si se continúa, permite a quienes participen en una interrupción de la comunicación experimentar vicariamente algunos de los méritos y defectos de los puntos de vista de los otros, ésta es una potente herramienta tanto de transformación como de persuasión. Pero ni aun la persuasión tiene que tener buen éxito, y si lo tiene, no necesariamente irá acompañada o seguida por la conversión. Una importante distinción que sólo recientemente he reconocido por completo es que las dos experiencias de ninguna manera son las mismas.

Persuadir a alguien es, convengo en ello, convencerlo de que nuestra opinión es mejor que la suya, y por lo tanto debe reemplazarla. Esto se logra, ocasionalmente, sin recurrir a nada parecido a la traducción. En su ausencia, muchas de las explicaciones y enunciados de problemas suscritos por los miembros de un grupo científico resultarán opacos para el otro. Pero cada comunidad lingüística habitualmente puede producir, desde el principio, unos resultados concretos de su investigación que, aunque sean descriptibles en frases comprendidas de la misma manera por los dos grupos, no pueden ser explicados por la otra comunidad en sus propios términos. Si el nuevo punto de vista se sostiene durante un tiempo y sigue siendo útil, los resultados de la investigación verbalizables de esta manera probablemente crecerán en número. Para algunos hombres, tales resultados, por sí mismos, serán decisivos. Pueden decir: no se cómo lo lograron los partidarios de la nueva opinión, pero yo debo aprenderlo; sea lo que fuere lo que están haciendo, claramente tienen razón. Tal reacción resulta particularmente fácil para los hombres que apenas están ingresando en la profesión, pues aún no han adquirido los vocabularios y compromisos especiales de uno u otro grupo.

Los argumentos que pueden presentarse en el vocabulario del que se valen ambos grupos, de la misma manera, sin embargo, generalmente no son decisivos, al menos no lo son hasta una etapa muy tardía de la evolución de las opiniones opuestas.

Entre aquellos ya admitidos en la profesión pocos quedarán persuadidos sin recurrir un poco a las comparaciones más generales que permite la traducción. Aunque el precio que hay que pagar habitualmente consiste en frases de gran longitud y complejidad (recuérdese la controversia Proust-Berthollet, que se llevó a cabo sin recurrir al término "elemento"), muchos resultados adicionales de la investigación pueden ser traducidos del idioma de una comunidad al de la otra. Además, al avanzar la traducción, algunos miembros de cada comunidad también pueden empezar vicariamente a comprender cómo una afirmación antes confusa pudo parecer una explicación a los miembros del grupo opuesto. La disponibilidad de técnicas como éstas no garantiza, desde luego, la persuasión. Para la mayoría de la gente, la traducción es un proceso amenazante, totalmente ajeno a la ciencia normal. En todo caso, siempre se dispone de contra argumentos y ninguna regla prescribe cómo debe llegarse a un equilibrio. No obstante, conforme un argumento se apila sobre otro argumento y cuando alguien ha recogido con éxito un reto tras otro, sólo la más ciega obstinación podría explicar finalmente una resistencia continuada.

Siendo tal el caso, llega a ser de una importancia decisiva un segundo aspecto de la traducción, muy familiar tanto a lingüistas como a historiadores. Traducir una teoría o visión del mundo al propio lenguaje no es hacerla propia. Para ello hay que volverse

"completamente indígena", descubrir que se está pensando y trabajando en un idioma que antes era extranjero, no simplemente traduciéndolo; sin embargo, tal transición no es una que un individuo pueda hacer o pueda dejar de hacer por deliberación y gusto, por buenas que sean sus razones para desear hacerla así. En cambio, en algún momento del proceso de aprender a traducir, el individuo encuentra que ya ha ocurrido la transición, que él se ha deslizado al nuevo idioma sin haber tomado ninguna decisión. O bien, como muchos de quienes encontraron por primera vez, digamos, la relatividad o la mecánica cuántica siendo ya de mediana, edad, se encuentra totalmente persuadido de la nueva opinión, pero, sin embargo, incapaz de internalizarla y de sentirse a gusto en el mundo al que ayuda a dar forma. Intelectualmente, tal hombre ya ha hecho su elección, pero la conversión requerida, si ha de ser efectiva, aún lo elude. No obstante, puede valerse de la nueva teoría, pero lo hará así como un extranjero que se hallara en un medio ajeno, como una alternativa de la que dispone tan sólo porque se encuentran allí algunos "indígenas". La labor del hombre es parasitaria de la de ellos, pues aquél carece de la constelación de conjuntos mentales que por medio de la educación adquirirán los futuros miembros de la comunidad. La experiencia de la conversión que yo he comparado a un cambio de Gestalt permanece, por lo tanto, en el núcleo mismo del proceso revolucionario. Buenas razones para la elección ofrecen motivos para la conversión y el clima en que más probablemente ocurrirá ésta. Además, la traducción puede aportar puntos de entrada para la reprogramación neural, que por inescrutable que sea en este momento, debe hallarse subyacente en la conversión. Pero ni unas buenas razones ni la traducción constituyen la conversión y es este proceso el que tenemos que explicar para comprender una índole esencial de cambio científico.

6. *Las revoluciones y el relativismo*

Una consecuencia de la posición antes delineada ha molestado particularmente a varios de mis críticos.²⁵ Encuentran relativista mi perspectiva, particularmente como está desarrollada en la última sección de este libro. Mis observaciones sobre la traducción ponen en relieve las razones de esta acusación. Los partidarios de distintas teorías son como los miembros de comunidades distintas de cultura-lenguaje. El reconocer el paralelismo sugiere que en algún sentido ambos grupos pueden estar en lo cierto. Aplicada a la cultura y a su desarrollo, tal posición es relativista.

Pero aplicada a la ciencia puede no serlo, y en todo caso está muy lejos del mero *relativismo* en un respecto que mis críticos no han visto. Tomados como grupo o en grupos, los practicantes de las ciencias desarrolladas son, como yo he afirmado, fundamentalmente, resolvidores de enigmas. Aunque los valores que a veces despliegan, de elección de teorías se derivan también de otros aspectos de su trabajo, la demostrada capacidad para plantear y para resolver enigmas dados por la naturaleza es, en caso de conflicto de valores, la norma dominante para la mayoría de los miembros de un grupo científico. Como cualquier otro valor, la capacidad de resolver enigmas resulta equívoca en su aplicación. Los hombres que la comparten pueden diferir, no obstante, en los juicios que hacen basados en su utilización. Pero el comportamiento de una comunidad que la hace preeminente será muy distinto del de aquella comunidad que no lo haga. Creo yo que en las ciencias el alto valor atribuido a la capacidad de resolver enigmas tiene las consecuencias siguientes; imagínese un árbol evolutivo que represente el desarrollo de las modernas especialidades científicas a partir de sus orígenes comunes, digamos en la

²⁵ "Structure of Scientific Revolutions", de Shapere y Popper en *Growth of Knowledge*.

primitiva filosofía naturalista y en las técnicas. Una línea que suba por ese árbol, sin volver nunca atrás, desde el tronco hasta la punta de alguna rama, podría seguir una sucesión de teorías de ascendencia común. Considerando cualesquiera dos de tales teorías elegidas a partir de puntos no demasiado cercanos a su origen, debe ser fácil establecer una lista de normas que puedan capacitar a un observador no comprometido a distinguir las anteriores de la teoría más reciente, una y otra vez. Entre las más útiles se encontrarán la precisión en la predicción, particularmente en la predicción cuantitativa; el equilibrio entre temas esotéricos y cotidianos, y el número de diferentes problemas resueltos. Menos útiles para este propósito, aunque considerables determinantes de la vida científica, serían valores tales como simplicidad, dimensiones y compatibilidad con otras especialidades. Tales listas aún no son las requeridas, pero no tengo duda de que se las puede completar. De ser esto posible, entonces el desarrollo científico, como el biológico, constituye un proceso unidireccional e irreversible. Las teorías científicas posteriores son mejores que las anteriores para resolver enigmas en los medios a menudo totalmente distintos a los que se aplican. Tal no es una posición relativista, y muestra el sentido en el cual sí soy un convencido creyente en el progreso científico.

Sin embargo, comparada esta posición con la idea de progreso que hoy prevalece tanto entre los filósofos de la ciencia como entre los profanos, la posición carece de un elemento esencial. A menudo se considera que una teoría científica es mejor que sus predecesoras, no tan solo en el sentido en que es un instrumento mejor para descubrir y resolver enigmas, sino también porque, de alguna manera, constituye una representación mejor de lo que en realidad es la naturaleza. A menudo se oye decir que las teorías sucesivas crecen aproximándose cada vez más a la verdad. Generalizaciones aparentes como esa no sólo se refieren a la solución de enigmas y a las predicciones concretas derivadas de una teoría, sino, antes bien, a su ontología, es decir, a la unión de las entidades con que la teoría cubre la naturaleza y lo que "realmente está allí".

Quizás haya alguna manera de salvar la idea de "verdad" para su aplicación a teorías completas, pero ésta no funcionará. Creo yo que no hay un medio, independiente de teorías, para reconstruir frases como "realmente está allí"; la idea de una unión de la ontología de una teoría y su correspondiente "verdadero" en la naturaleza me parece ahora, en principio, una ilusión; además, como historiador, estoy impresionado por lo improbable de tal opinión. Por ejemplo, no dudo de que la mecánica de Newton es una mejora sobre la de Aristóteles, y que la de Einstein es una mejora sobre la de Newton como instrumento para resolver enigmas. Pero en su sucesión no puedo ver una dirección coherente de desarrollo ontológico. Por el contrario, en algunos aspectos importantes, aunque, desde luego, no en todos, la teoría general de la relatividad, de Einstein, está más cerca de la de Aristóteles que ninguna de las dos de la de Newton. Aunque resulta comprensible la tentación de tildar a tal posición de relativista, a mi tal descripción me resulta errónea. Y, a la inversa, si tal posición es relativismo no puedo ver que el relativista pierda nada necesario para explicar la naturaleza y el desarrollo de las ciencias.²⁶

7. *La naturaleza de la ciencia*

²⁶ Para uno de los muchos ejemplos véase el ensayo de P. K. Feyerabend en *Growth of Knowledge*.

Concluirá con un breve análisis de dos reacciones recurrentes a mi texto original, la primera crítica, la segunda favorable y, creo yo, ninguna de las dos correcta. Aunque ninguna de las dos se relaciona con lo que se ha dicho, ni entre sí, ambas han prevalecido lo suficiente para exigir al menos alguna respuesta.

Unos pocos lectores de mi texto original han notado que yo repetidas veces he pasado del modo descriptivo al modo normativo, transición particularmente marcada en pasajes ocasionales que empiezan con "pero eso no es lo que hacen los científicos", y que terminan afirmando que los científicos no deben hacerlo. Algunos críticos afirman que yo he estado confundiendo la descripción con la prescripción, violando así el antiguo y honorable teorema filosófico según el cual "es" no puede implicar "debe ser".²⁷ Sin embargo, tal teorema, en la práctica, ha pasado a no ser más que un marbete, y ya no se le respeta en ninguna parte. Un buen número de filósofos contemporáneos han descubierto importantes contextos en que lo normativo y lo descriptivo quedan inextricablemente entrelazados. "Es" y "debe ser" están lejos de hallarse siempre tan separados como parece. Pero no es necesario recurrir a las sutilezas de la actual filosofía lingüística para desentrañar lo que ha parecido confuso en este aspecto de mi posición. Las páginas anteriores presentan un punto de vista o una teoría acerca de la naturaleza de la ciencia y, como otras filosofías de la ciencia, la teoría tiene consecuencias para el modo en que deben proceder los científicos si quieren que su empresa triunfe. Aunque no tiene que ser correcta, como ninguna otra teoría, sí aporta una base legítima para reiterados "debe ser" y "tiene que ser". A la inversa, un conjunto de razones para tomar en serio la teoría es que los científicos, cuyos métodos han sido desarrollados y seleccionados de acuerdo con su éxito, en realidad sí se comportan como la teoría dice que deben hacerlo. Mis generalizaciones descriptivas son prueba de la teoría precisamente, porque también pueden haberse derivado de ella, en tanto que, según otras opiniones de la naturaleza de la ciencia, constituyen un comportamiento anómalo.

Creo yo que la circularidad de tal argumento no lo hace vicioso. Las consecuencias del punto de vista que estamos examinando no quedan agotadas por las observaciones en las que se basó al principio. Desde antes de que el libro fuera publicado por primera vez, algunas partes de la teoría que presenta, habían sido para mí una herramienta de gran utilidad para la exploración del comportamiento y el desarrollo científico. La comparación de esta posdata con las páginas del texto original acaso indique que ha seguido desempeñando tal papel. Ningún punto de vista meramente singular puede ofrecer tal guía.

A una última reacción a este libro, mi respuesta tiene que ser de índole distinta. Muchos de quienes han encontrado un placer en él lo han encontrado no tanto porque ilumine la ciencia cuanto porque han considerado sus principales tesis aplicables también a muchos otros campos. Veo lo que quieren decir, y no desearía desalentar sus esfuerzos de extender la posición; pero, no obstante, su reacción me ha intrigado. En el grado en que mi libro retrata el desarrollo científico como una sucesión de periodos establecidos por la tradición, puntuados por interrupciones no acumulativas, sus tesis indudablemente son de extensa aplicabilidad. Pero así tenían que serlo, porque son tomadas de otros campos. Los historiadores de la literatura, de la música, de las artes, del desarrollo político y de muchas otras actividades humanas han descrito de la misma

²⁷ *Must We Mean What We Say?* de Stanley Cavell (Nueva York, 1969), cap. 1.

manera sus temas. La periodización de acuerdo con interrupciones revolucionarias de estilo, gusto y estructura institucional, ha estado siempre entre sus útiles normales. Si yo he sido original con respecto a conceptos como éstos, ello ha sido, principalmente, por aplicarlos a las ciencias, campo que por lo general, se había supuesto que se desarrollaba de manera distinta. Es concebible que la noción de un paradigma como una realización concreta, un ejemplar, sea una segunda contribución. Por ejemplo, yo sospechaba que algunas de las notorias dificultades que rodean a la noción de estilo en las artes plásticas podrán desvanecerse si puede verse que las pinturas están modeladas unas a partir de otras, y no producidas de conformidad con algunos abstractos cánones de estilo.²⁸

Sin embargo, también pretende este libro establecer otra clase de argumento, que ha resultado menos claramente visible para muchos de mis lectores. Aunque el desarrollo científico puede parecerse al de otros campos más de lo que a menudo se ha supuesto, también es notablemente distinto. Por ejemplo, decir que la ciencia, al menos después de cierto punto de su desarrollo, progresa de una manera en que no lo hacen otros campos, puede ser completamente erróneo, cualquiera que sea tal progreso. Uno de los objetos del libro fue examinar tales diferencias y empezar a explicarlas. Considérese, por ejemplo, el reiterado hincapié anterior en la ausencia o, como diría yo ahora, en la relativa escasez de escuelas en competencia en la ciencia del desarrollo. O recuérdense mis observaciones acerca del grado en que los miembros de una comunidad científica dada constituyen el único público y son los únicos jueces del trabajo de la comunidad. O piénsese, asimismo, en la naturaleza especial de la educación científica, en la solución de enigmas como objetivo y en el sistema de valores que el grupo de científicos muestra en los períodos de crisis y decisión. El libro aísla otros rasgos de la misma índole, no necesariamente exclusivos de la ciencia pero que, en conjunción, sí colocan aparte tal actividad.

Acerca de todos estos rasgos de la ciencia hay mucho más por aprender. Habiendo iniciado esta posdata subrayando la necesidad de estudiar la estructura comunitaria de la ciencia, la terminaré subrayando la necesidad de un estudio similar y, sobre todo, comparativo de las correspondientes comunidades en otros ámbitos. ¿Cómo se elige y cómo se es elegido para miembro de una comunidad particular, sea científica o no? ¿Cuál es el proceso y cuáles son las etapas de la socialización del grupo? ¿Qué ve el grupo, colectivamente, como sus metas? ¿Qué desviaciones, individuales o colectivas, tolerará, y cómo controla la aberración impermisible? Una mayor comprensión de la ciencia dependerá de las respuestas a otras clases de preguntas, así como a éstas, pero no hay campo en que se necesite con más urgencia un trabajo ulterior. El conocimiento científico, como el idioma, es, intrínsecamente, la propiedad común de un grupo, o no es nada en absoluto. Para comprender esto necesitaremos conocer las características especiales de los grupos que lo crean y que se valen de él.

²⁸ Para este punto así como para un análisis más amplio de lo que es especial en las ciencias, ver: "Comment [on the Relations of Science and Art]", de T. S. Kuhn, en *Comparative Studies in Philosophy and History*. XI (1969), pp. 403 - 12.