

AAU

AMERICAN ANDRAGOGY
UNIVERSITY



TRATADO CONTRA EL METODO

1

Lo anterior se demuestra tanto por un examen de episodios históricos como por un análisis abstracto de la relación entre idea y acción. El único principio que no inhibe el progreso es: todo sirve.

La idea de un método que contenga principios firmes, inalterables y absolutamente obligatorios que rijan el quehacer científico tropieza con dificultades considerables al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica. Descubrimos entonces, que no hay una sola regla, por plausible que sea, y por firmemente basada que esté en la epistemología, que no sea infringida en una ocasión u otra. Resulta evidente que esas infracciones no son sucesos accidentales, que no son consecuencia de una falta de conocimiento o de atención que pudiera haberse evitado. Por el contrario, vemos que son necesarias para el progreso. En realidad, uno de los rasgos más llamativos de las recientes discusiones en historia y filosofía de la ciencia consiste en la toma de conciencia de que sucesos y desarrollos, tales como el descubrimiento del atomismo en la antigüedad, y la Revolución Copernicana, el surgimiento del atomismo moderno (teoría cinética, teoría de la dispersión, estereoquímica, teoría cuántica), o la emergencia gradual de la teoría ondulatoria de la luz, sólo ocurrieron o bien porque algunos pensadores *decidieron no someterse a ciertas reglas 'obvias'* o porque las *violaron involuntariamente*.

Esta práctica liberal, repito, no constituye sólo un mero *hecho* de la historia de la ciencia, sino que es razonable y *absolutamente necesaria* para el desarrollo del conocimiento. Para decirlo de manera más específica, puede demostrarse lo siguiente: dada cualquier regla por muy 'fundamental' o 'necesaria' que sea para la ciencia, siempre existen circunstancias en las que resulta aconsejable no sólo ignorar dicha regla, sino adoptar su opuesta. Por ejemplo, hay circunstancias en las que es aconsejable introducir,

elaborar y defender hipótesis *ad hoc*, o hipótesis que contradicen resultados experimentales bien establecidos y generalmente aceptados, o hipótesis cuyo contenido es menor que el contenido de las alternativas existentes empíricamente adecuadas, o hipótesis auto-inconsistentes, etcétera¹⁴.

Hay incluso circunstancias —y ocurren con bastante frecuencia— en las que la *argumentación* pierde su prometedor aspecto o se convierte en un obstáculo para el progreso. Nadie estaría dispuesto a afirmar que la educación de los *niños* consiste exclusivamente en una materia de argumentación (aunque la argumentación puede entrar en ella, y debería entrar en mayor medida de lo que es habitual), y casi todos coinciden ahora en que lo que parece un resultado de la razón —el dominio de un lenguaje, la existencia de un mundo perceptual ricamente articulado, la habilidad lógica— se debe en parte a la enseñanza y en parte a un proceso de *crecimiento* que se desarrolla con la fuerza de una ley natural. Y donde los argumentos parecen tener efecto, éste se debe más a menudo a su *repetición física* que a su *contenido semántico*.

Después de admitir todo esto, hemos de aceptar también la posibilidad de crecimiento no-argumentativo en el *adulto* así como en (las partes teóricas de) *instituciones* tales como la ciencia, la religión, la prostitución, etc. Ciertamente no podemos dar por supuesto que lo que es posible para un niño —adquirir nuevos modos de conducta a la más ligera provocación, introducirse en ellos sin esfuerzo aparente— está más allá del alcance de los mayores. Más bien debería esperarse que los cambios catastróficos del contorno físico, las guerras, el colapso de los sistemas de moralidad imperante, o las revoluciones políticas, habrán de transformar también los modelos de reacción del adulto, incluidos

¹⁴ Uno de los pocos pensadores que han comprendido este rasgo del desarrollo del conocimiento es Niels Bohr: '... nunca intentaba presentar un cuadro acabado, sino que recorría pacientemente todas las fases del desarrollo de un problema, partiendo de alguna paradoja aparente y acercándose gradualmente a su elucidación. De hecho, nunca consideró los resultados conseguidos bajo otra perspectiva que como puntos de partida para una exploración posterior. Al especular sobre las perspectivas de alguna línea de investigación, despreciaba las consideraciones usuales de simplicidad, elegancia e incluso consistencia, haciendo la observación de que esas cualidades sólo pueden juzgarse con propiedad *después* (el subrayado es mío) del suceso...'. L. Rosenfeld en *Niels Bohr, His Life and Work as seen by his Friends and Colleagues*, ed. S. Rosental, New York, 1967, 117. Ahora bien, la ciencia no constituye nunca un proceso acabado y por ello está siempre 'antes' del suceso. Simplicidad, elegancia o consistencia nunca son, por tanto, condiciones necesarias de la práctica (científica).

importantes modelos de argumentación. Esta transformación puede ser también un proceso completamente natural, y la única función de la argumentación racional quizás radique en aumentar la tensión mental que precede y *causa* la explosión de la conducta.

Ahora bien, si son los eventos, no necesariamente los argumentos, *la causa* de que adoptemos nuevos criterios, incluyendo formas nuevas y más complejas de argumentación ¿no es cierto que los defensores del *statu quo* tendrán que aducir no sólo contra-argumentos, sino además *causas* contrarias? ('La virtud sin el terror es ineficaz', dice Robespierre). Y si las viejas formas de argumentación resultan demasiado débiles para conseguir una causa, ¿no deberán estos defensores o bien abandonar, o bien recurrir a medios más fuertes y más 'irracionales'? (Es muy difícil, y tal vez completamente imposible combatir los efectos del lavado de cerebro por medio de argumentos). Incluso el racionalista más puritano se verá forzado entonces a dejar de razonar y a emplear la *propaganda* y la *coerción*, no porque alguna de sus razones haya dejado de ser válida, sino porque hayan desaparecido las condiciones *psicológicas* que las hacen eficaces y capaces de influir en los otros. ¿Y cuál es la utilidad de un argumento que deja a la gente impertérrita?

Por supuesto, el problema nunca se plantea exactamente de esta forma. La enseñanza de criterios y su defensa nunca consiste en su mera colocación ante la mente y en exponerlos tan *claros* como sea posible. Se da por supuesto que los criterios tienen también una *eficacia causal* máxima. Esto hace muy difícil distinguir entre la *fuerza lógica* y el *efecto material* de un argumento. Al igual que un perrillo amaestrado obedecerá a su amo sin importar lo confuso que él mismo esté, y sin importarle cuán urgente sea la necesidad de adoptar nuevos esquemas de conducta, del mismo modo un racionalista amaestrado será obediente a la imagen mental de *su* amo, se conformará a los criterios de argumentación que ha aprendido, se adherirá a esos criterios sin importar la confusión en la que se encuentre, y será completamente incapaz de darse cuenta de que aquello que él considera como la 'voz de la razón' no es sino un *post-efecto causal* del entrenamiento que ha recibido. Será muy inhábil para descubrir que la llamada de la razón, a la que sucumbe con tanta facilidad, no es otra cosa que una maniobra política.

Que los intereses, fuerzas, propaganda y técnicas de lavado de

cerebro juegan un papel mucho mayor de lo que comúnmente se cree en el desarrollo del conocimiento y de la ciencia, puede descubrirse también por medio de un análisis de la *relación entre idea y acción*. A menudo se da por supuesto que una comprensión clara y distinta de las ideas nuevas precede, a su formulación y a su expresión institucional. (Una investigación empieza con un problema, dice Popper). *Primero*, tenemos una idea, o un problema, *después* actuamos, es decir, hablamos o construimos o destruimos. Ciertamente no es este el modo en que los niños se desarrollan. Los niños usan palabras, las combinan, juegan con ellas hasta que atrapan un significado que hasta entonces había permanecido fuera de su alcance. Y la actividad lúdica inicial constituye un presupuesto esencial del acto final de comprensión. No existe ninguna razón por la que este mecanismo deje de funcionar en el adulto. Debemos esperar, por ejemplo, que la *idea* de libertad, sólo pueda aclararse por medio de las mismas acciones que se supone *crean* la libertad. La creación de una *cosa*, y la creación más la comprensión completa de una *idea correcta* de la cosa, *constituyen muy a menudo partes de uno y el mismo proceso indivisible* y no pueden separarse sin provocar la detención del proceso. El proceso mismo no está dirigido por un programa bien definido, y no puede estar dirigido por un tal programa porque es el proceso el que contiene las condiciones de realización de todos los programas posibles. Antes bien, está dirigido por un vago impulso, por una 'pasión' (Kierkegaard). La pasión da lugar a una conducta específica que a su vez crea las circunstancias y las ideas necesarias para analizar y explicar el proceso, para hacerlo 'racional'.

El desarrollo del punto de vista copernicano desde Galileo al siglo xx constituye un perfecto ejemplo de la situación que queremos describir. Se parte de una fuerte creencia que va contra la razón y la experiencia contemporáneas. La creencia se extiende y encuentra apoyo en otras creencias que son igualmente irrazonables, si no es que lo son más (ley de la inercia y telescopio). La investigación se disgrega a partir de ahora en nuevas direcciones, se construyen nuevos tipos de instrumentos, se relaciona de forma nueva la 'evidencia' con las teorías, hasta que surge una ideología que es bastante rica para proporcionar argumentos independientes para cualquier zona particular de ella y bastante ágil para encontrar tales argumentos siempre que parezcan necesarios. Hoy podemos decir que Galileo siguió el camino correcto, porque su

persistente empeño en lo que en un tiempo parecía ser una cosmología estúpida, consiguió crear el material necesario para defenderla contra todos aquellos que sólo están dispuestos a aceptar un punto de vista en caso de que contenga ciertas frases mágicas, llamadas 'informes observacionales'. Y esto no es una excepción sino el caso normal; las teorías devienen claras y 'razonables' sólo después de que las partes incoherentes de ellas han sido utilizadas durante largo tiempo. Así pues, este prólogo irrazonable, ametódico y sin sentido resulta ser un prerequisite inevitable de claridad y éxito empírico.

Al intentar describir y comprender de modo general desarrollos de esta clase, estamos obligados desde luego a recurrir a formas de hablar existentes que no tienen en cuenta esos desarrollos y que han de ser deformadas, mal empleadas, y forzadas a entrar en nuevos esquemas, con el fin de ajustarlos a situaciones impuestas (sin un mal uso constante del lenguaje no puede haber ni descubrimiento ni progreso). 'Además, puesto que las categorías tradicionales son el evangelio del pensamiento cotidiano (incluido el pensamiento científico ordinario) y de la práctica cotidiana, (tal intento por aprender) presenta en efecto reglas y formas de pensamiento y acción falsos, falsos, claro está, desde el punto de vista del sentido común (científico)'¹⁵. Así es como el *pensamiento dialéctico* surge como forma de pensamiento que 'reduce a la nada las detalladas determinaciones del entendimiento'¹⁶, incluida la lógica formal.

(Dicho sea de paso, he de señalar que el uso frecuente que hago de términos tales como 'progreso', 'avance', 'mejoramiento', etc., no significa que pretenda poseer un conocimiento especial sobre lo que es bueno y malo en ciencia, ni que desee imponer dicho conocimiento a mis lectores. Cada *cual puede leer estos términos a su manera* y de acuerdo con la tradición a la que pertenezca. Así, para un empirista, 'progreso' significará pasar a una teoría que proporciona pruebas empíricas directas para la mayor parte de sus supuestos básicos. Algunos creen que la teoría cuántica es una teoría de esta clase. Para otros 'progreso' puede significar unificación y armonía, incluso tal vez a expensas de la adecuación empírica. Así, es como consideraba Einstein la teoría general de la relatividad. *Y mi tesis es que el anarquismo estimula el progreso cualquiera que sea el*

¹⁵ Herbert Marcuse, *Reason and Revolution*, London, 1941, 130.

¹⁶ Hegel, *Wissenschaft der Logik*, vol. I, Meiner, Hamburg, 1965, 6.

2

Por ejemplo, es posible hacer uso de hipótesis que contradigan teorías bien confirmadas y/o resultados experimentales bien establecidos. Se puede hacer avanzar la ciencia procediendo conrainductivamente.

Examinar este principio en sus detalles concretos significa investigar las consecuencias de 'contrarreglas' que se oponen a ciertas reglas muy conocidas de la empresa científica. Para ilustrar cómo se hace esto, considérese la regla que afirma que la 'experiencia', o los 'hechos' o los 'resultados experimentales' es lo que mide el éxito de nuestras teorías, que el acuerdo entre una teoría y los 'datos' favorece la teoría (o que al menos no altera la situación) mientras que el desacuerdo la perjudica y, tal vez, incluso nos obliga a eliminarla. Esta regla constituye un elemento importante de todas las teorías de la confirmación y de la corroboración. Es la esencia del empirismo. La 'contrarregla' correspondiente nos aconseja introducir y elaborar hipótesis que sean inconsistentes con teorías bien establecidas y/o con hechos bien establecidos. Nos aconseja proceder *conrainductivamente*.

Este procedimiento conrainductivo plantea las siguientes cuestiones: ¿Es la conrainducción más razonable que la inducción? ¿Existen circunstancias que favorecen su uso? ¿Cuáles son los argumentos que la apoyan? ¿Cuáles son los argumentos en contra de ella? ¿O, tal vez, es la inducción siempre preferible a la conrainducción? Etcétera.

Contestaré a estas cuestiones en dos etapas. En primer lugar examinaré la contrarregla que nos recomienda desarrollar hipótesis inconsistentes con teorías aceptadas y altamente confirmadas. Pasaré a examinar luego la contrarregla que nos recomienda desarrollar hipótesis inconsistentes con hechos bien establecidos. Las conclusiones pueden resumirse del modo siguiente:

Respecto al primer caso, resulta que la evidencia que podría

refutar una teoría a menudo sólo puede sacarse a la luz con ayuda de una alternativa incompatible: la recomendación (que se remonta a Newton y que todavía es muy popular hoy día) de usar alternativas sólo cuando las refutaciones hayan desacreditado ya la teoría ortodoxa, equivale a colocar el carro delante del caballo. Además, algunas de las propiedades formales más importantes de una teoría se descubren por contraste, no por análisis. Un científico que desee maximizar el contenido empírico de los puntos de vista que sustenta y que quiera comprenderlos tan claramente como sea posible, tiene que introducir, según lo dicho, otros puntos de vista; es decir, tiene que adoptar una *metodología pluralista*. Debe comparar sus ideas con otras ideas más bien que con la 'experiencia', y debe intentar mejorar, en lugar de excluir, los puntos de vista que hayan sucumbido en esta competición. Procediendo de esta forma, estará dispuesto a retener teorías acerca del hombre y del cosmos que se encuentran en el Génesis, o en el Pimander, estará dispuesto a elaborarlas y a usarlas para medir el éxito de la evolución y de otras concepciones 'modernas'¹⁷. Quizás descubra entonces que la teoría de la evolución no es tan buena como generalmente se supone y que debe completarse, o sustituirse enteramente, por una versión corregida y mejorada del Génesis. Concebido de esta forma, el conocimiento no consiste en una serie de teorías autoconsistentes que tiende a converger en una perspectiva ideal; no consiste en un acercamiento gradual hacia la verdad. Por el contrario, el conocimiento es un océano, siempre en aumento, de *alternativas incompatibles entre sí (y tal vez incommensurables)*; toda teoría particular, todo cuento de hadas, todo mito, forman parte del conjunto que obliga al resto a una articulación mayor, y todos ellos contribuyen, por medio de este proceso competitivo, al desarrollo de nuestro conocimiento. No hay nada establecido para siempre, ningún punto de vista puede quedar omitido en una explicación comprehensiva. Plutarco, Diógenes Laercio y no Dirac, o von Neumann son los modelos que representan un conocimiento de este tipo en el que la *historia* de una ciencia se convierte en parte inseparable de la ciencia misma; la historia es esencial para el *desarrollo* posterior de una ciencia, así como para dar *contenido* a las teorías involucradas por dicha ciencia en cualquier momento particular. Expertos y profanos,

¹⁷ Para el papel que desempeñó el Pimander en la Revolución Copernicana, cf. nota 114 del capítulo 8.

profesionales y diletantes, forjadores de utopías y mentirosos, todos ellos están invitados a participar en el debate y a contribuir al enriquecimiento de la cultura. La tarea del científico no ha de ser por más tiempo 'la búsqueda de la verdad', o 'la glorificación de dios', o 'la sistematización de las observaciones' o 'el perfeccionamiento de predicciones'. Todas estas cosas no son más que efectos marginales de una actividad a la que se dirige ahora su atención y que consiste en '*hacer de la causa más débil la causa más fuerte*' como dijo el sofista, y por ello en apoyar el movimiento de conjunto.

La segunda contrarregla a favor de hipótesis que sean inconsistentes con las observaciones, los hechos y los resultados experimentales no necesita ninguna defensa especial, pues no existe una sola teoría interesante que concuerde con todos los hechos conocidos de su dominio. La cuestión, por tanto, no consiste en saber si habría que admitir teorías contrainductivas en ciencia; la cuestión consiste, más bien, en saber si las discrepancias existentes entre teoría y hecho deberían aumentarse o disminuirse, o en saber qué otra cosa cabría hacer con ellas.

Para contestar a esta cuestión basta recordar que los informes observacionales, los resultados experimentales, y los enunciados 'factuales', o bien incluyen supuestos teóricos o bien los afirman por la manera en que se usan. (Para este punto, cf. la discusión de las interpretaciones naturales en los capítulos 6 ss.). Así, por ejemplo, nuestro hábito de decir 'la mesa es marrón' cuando la contemplamos en circunstancias normales, con los sentidos en buen estado, y decir 'la mesa parece marrón' cuando las condiciones de iluminación son pobres o cuando nos sentimos inseguros de nuestra capacidad de observación, expresa la creencia de que existen circunstancias ordinarias en las que nuestros sentidos son capaces de ver el mundo 'tal y como realmente es', y de que existen otras circunstancias, no menos ordinarias, en las que los sentidos se equivocan. Dicho hábito expresa la creencia de que algunas de nuestras impresiones sensoriales son verídicas, mientras que otras no lo son. Normalmente se da también por supuesto que el medio material que existe entre el objeto y nosotros no ejerce ninguna influencia distorsionante, y que la entidad física que estableció el contacto —la luz— transporta una imagen verdadera. Sin embargo, todas estas afirmaciones son supuestos abstractos, y muy dudosos, que modelan nuestra contemplación del mundo y no

son susceptibles de crítica directa. Por lo general no somos conscientes de ellos y sólo reconocemos sus efectos cuando nos tropezamos con una cosmología completamente diferente, los prejuicios se descubren por contraste, no por análisis. El material de que dispone el *científico*, incluidas sus más sublimes teorías y sus técnicas más sofisticadas, se estructura exactamente de la misma forma. Dicho material incluye también principios que no se conocen y que, si fueran conocidos, resultarían extremadamente difíciles de contrastar. (En consecuencia, una teoría puede chocar con la evidencia no porque la teoría misma sea incorrecta, sino porque la evidencia esté contaminada).

Ahora bien, ¿cómo es posible examinar algo que estamos usando continuamente? ¿Cómo analizar los términos en los que habitualmente expresamos nuestras más simples e ingenuas observaciones, y descubrir así, sus presupuestos? ¿Cómo descubrir el tipo de mundo que presuponemos cuando nos comportamos del modo que lo hacemos?

La respuesta es clara: no podemos descubrirlo desde *dentro*. Necesitamos un criterio *externo* de crítica, necesitamos un conjunto de supuestos alternativos o en otro caso, ya que tales supuestos habrán de ser muy generales, necesitamos construir, por decirlo así, un *mundo alternativo completo, necesitamos un mundo soñado para descubrir los rasgos del mundo real en el que creemos habitar* (mundo que, de hecho, quizá no sea más que otro mundo soñado). El primer caso en la crítica de los conceptos y procedimientos ordinarios, el primer caso en la crítica de los 'hechos', debe ser por tanto un intento por romper este círculo. Debemos inventar un nuevo sistema conceptual que mantenga en suspenso, o choque con, los resultados experimentales más cuidadosamente establecidos, que confunda los principios teóricos más plausibles, y que introduzca percepciones que no formen parte del mundo perceptual existente¹⁸. Este paso también es contrainductivo. Por tanto, la contrainducción es siempre razonable y siempre proporciona una ocasión de éxito.

En los siete capítulos siguientes, la conclusión que he expuesto en el presente capítulo será desarrollada con mayor detalle y se

¹⁸ 'Chocar' o 'mantener en suspenso' tiene un significado más general que 'contradecir'. Diré que un conjunto de ideas o acciones 'choca' con un sistema conceptual si es inconsistente con él, o si hace que dicho sistema parezca absurdo. Para más detalles cf. capítulo 17.

elucidará con la ayuda de ejemplos históricos. Podría sacarse la impresión de que estoy recomendando una nueva metodología que sustituye la inducción por la conrainducción y que hace uso de una multiplicidad de teorías, concepciones metafísicas y cuentos de hadas, en lugar del par al uso formado por teorías/observación¹⁹. Esta impresión sería equivocada. Mi intención no es sustituir un conjunto de reglas generales por otro conjunto: por el contrario, mi intención es convencer al lector de que *todas las metodologías, incluidas las más obvias, tienen sus límites*. La mejor manera de hacer ver esto consiste en demostrar los límites, e incluso la irracionalidad, de alguna de las reglas que la metodología, o el lector, gustan considerar como básicas. En el caso de la inducción (incluida la inducción por falsación) lo anterior equivale a demostrar que la conrainducción puede ser defendida satisfactoriamente con argumentos. Recuérdese siempre que las demostraciones y la retórica que se emplean en este libro no expresan ningún tipo de «convicciones profundas» que yo sustente. Simplemente muestran cuán fácil resulta dominar a la gente de una forma racional. Un anarquista se parece a un espía que entra en el juego de la Razón para socavar la autoridad de la Razón (Verdad, Honestidad, Justicia, etcétera)²⁰.

¹⁹ Así es como el profesor Ernan McMullin interpretó algunos de mis primeros escritos. Ver 'A Taxonomy of the Relations between History and Philosophy of Science', *Minnesota Studies* 5, Minneapolis, 1971.

²⁰ 'Dada', dice Hans Richter en *Dada: Arte y Anti-Arte*, 'no sólo no tenía ningún programa, sino que se oponía a todos los programas'. Esto no excluye una hábil defensa de programas para mostrar el carácter quimérico de cualquier defensa, incluida la defensa 'racional'. Cf. además capítulo 16, texto correspondiente a notas 249, 250, 251. (De la misma forma, un actor o dramaturgo podría reproducir todas las manifestaciones externas de un 'amor profundo' para desenmascarar la idea misma de 'amor profundo'. Ejemplo: Pirandello). Espero que estas observaciones mitiguen el temor de la Srta. Koertge acerca de que yo intento dar origen a otro movimiento, en el que los slogans 'proliferación' o 'todo sirve' sustituyen los slogans del falsacionismo, inductivismo o programismo de investigación.

3

La condición de consistencia, que exige que las nuevas hipótesis concuerden con las teorías aceptadas, no es razonable, porque favorece la teoría más antigua, no la teoría mejor. Las hipótesis que contradicen a teorías bien confirmadas proporcionan evidencia que no puede obtenerse de ninguna otra forma. La proliferación de teorías es beneficiosa para la ciencia, mientras que la uniformidad debilita su poder crítico. Además, la uniformidad, pone en peligro el libre desarrollo del individuo.

En este capítulo voy a ofrecer argumentos más detallados a favor de la 'contrarregla' que aconseja introducir hipótesis que sean *inconsistentes* con teorías bien establecidas. Estos argumentos serán indirectos. Empezaré con una crítica del requisito que afirma que las nuevas hipótesis deben ser *consistentes* con tales teorías. Llamaré a este requisito la *condición de consistencia*²¹.

Prima facie, el caso de la condición de consistencia puede tratarse con unas pocas palabras. Es bien sabido (y ha sido mostrado con todo detalle por Duhem) que la teoría de Newton es inconsistente con la ley de la caída libre de Galileo y con las leyes de Kepler; que la termodinámica estadística es inconsistente con la segunda ley de la teoría fenomenológica; que la óptica ondulatoria es inconsistente con la óptica geométrica, etcétera²². Obsérvese

²¹ La condición de consistencia se remonta por lo menos hasta Aristóteles. Desempeña un importante papel en la filosofía de Newton (aunque el mismo Newton lo violara constantemente). La mayoría de los filósofos de la ciencia del siglo XX la dan por supuesta.

²² Pierre Duhem, *La Théorie Physique: Son Object, Sa Structure*, Paris, 1914, capítulos IX y X. En su libro *Objective Knowledge*, Oxford, 1972, 204 s. Karl Popper me cita en apoyo de su reivindicación de que fue él quien dió origen a la idea de que «las teorías pueden *corregir* una ley «observacional» o «fenoménica» que se supone es explicada por dichas teorías». Popper comete dos errores. El primer error consiste en que toma las referencias que hago a su obra como

que lo que se está afirmando aquí es la inconsistencia *lógica*; muy bien podría ocurrir que las diferencias en las predicciones fueran demasiado pequeñas como para ser detectadas por experimento. Obsérvese además que lo que se afirma no es la *inconsistencia* entre, por ejemplo, la *teoría* de Newton y la ley de Galileo, sino la inconsistencia entre *algunas consecuencias* de la teoría de Newton en el dominio de validez de la ley de Galileo, y la ley de Galileo. En este último caso la situación resulta ser especialmente clara. La ley de Galileo afirma que la aceleración de la caída libre es una constante, mientras que la aplicación de la teoría de Newton a la superficie de la tierra da una aceleración que no es constante sino que *decrece* (aunque de modo imperceptible) con la distancia al centro de la tierra.

Para decirlo de modo más abstracto: considérese una teoría T' que describa satisfactoriamente la situación dentro del dominio O' . T' concuerda con un número *finito* de observaciones (formen éstas la clase F) y concuerda con ellas dentro del margen de error M ; una alternativa que contradice a T' desde fuera de F y dentro de M , está apoyada exactamente por las mismas observaciones y es por tanto aceptable si T' lo era (voy a suponer que F son las únicas observaciones que se han practicado). La condición de consistencia es mucho menos tolerante. Esta condición elimina una teoría o una hipótesis física no porque esté en desacuerdo con los hechos; la elimina porque está en desacuerdo con otra teoría, con una teoría, además, cuyas instancias confirmadoras comparte. Según esto, dicha condición convierte en medida de validez la porción todavía no contrastada de aquella teoría. La única diferencia entre semejante medida y una teoría más reciente radica en la edad y en la familiaridad. Si la teoría más joven hubiera aparecido primero, la condición de consistencia habría funcionado a su favor. 'La primera teoría adecuada tiene derecho de prioridad sobre cualesquiera teorías posteriores que sean igualmente adecuadas'²³. En este aspecto el efecto de la condición de consistencia se parece

evidencia histórica a favor de tal prioridad, mientras que sólo son gestos amistosos. El segundo error estriba en el hecho de que la mencionada idea aparece en Duhem, Einstein y especialmente en Boltzmann quien anticipó todas las observaciones filosóficas de 'The Aim of Science', *Ratio*, 1, 24 ss., y de sus predecesoras. Para Boltzmann, cf. mi artículo en la *Encyclopaedia of Philosophy*, ed. Paul Edwards. Para Duhem, cf. *Objective Knowledge*, 200.

²³ C. Truesdell, 'A Program Toward Rediscovering the Rational Mechanics of the Age of Reason', *Archives for the History of Exact Sciences*, vol. 1, 14.

bastante al efecto de los métodos más tradicionales de deducción trascendental, análisis de esencias, análisis fenomenológico o análisis lingüístico. Todos ellos contribuyen a la conservación de lo antiguo y familiar, no porque posea alguna ventaja intrínseca — por ejemplo, no porque esté mejor fundamentado en la observación de lo que lo está la nueva alternativa sugerida, o porque sea más elegante— sino precisamente por ser antiguo y familiar. Este no es el único ejemplo sorprendente de semejanza que emerge, en un examen minucioso, entre el empirismo moderno y algunas de las escuelas filosóficas a las que este último ataca.

Me parece que estas breves consideraciones, aunque conducen a una interesante crítica *táctica* de la condición de consistencia y aunque aportan algunos primeros puntos de apoyo a la contrainducción, no tocan todavía el núcleo de la cuestión. Muestran que no puede *eliminarse* por razonamiento factual una alternativa al punto de vista aceptado que comparta sus instancias confirmadoras. Pero no muestran que semejante alternativa sea *acceptable* y, mucho menos que *debería emplearse*. Ya es bastante malo, podría señalar un defensor de la condición de consistencia, que el punto de vista aceptado no cuente con un apoyo empírico completo. Añadir nuevas teorías de *carácter igualmente insatisfactorio* no mejoraría la situación; ni tendría mucho sentido intentar *sustituir* las teorías aceptadas por algunas de sus posibles alternativas. Semejante sustitución no sería un asunto fácil. Posiblemente habría que aprender un nuevo formalismo y resolver problemas familiares de un modo nuevo. Habría que escribir de nuevo los libros de texto, el curriculum de la universidad debería de reajustarse, y reinterpretarse los resultados experimentales. ¿Y cuál sería el resultado de todo este esfuerzo? Otra teoría que, desde el punto de vista empírico predominante, no posee ninguna ventaja sobre la teoría que sustituye. La única mejora efectiva, continuaría diciendo el defensor de la condición de consistencia, proviene de *la adición de nuevos hechos*. Estos hechos nuevos, o bien apoyarán las teorías vigentes, o bien nos obligarán a modificarlas indicando con exactitud dónde reside el error de tales teorías. En ambos casos se produce progreso efectivo y no un mero cambio arbitrario. Así pues, el procedimiento adecuado debe consistir en la confrontación del punto de vista aceptado con tantos hechos relevantes como sea posible. La exclusión de alternativas es simplemente una medida de conveniencia: su invención no sólo carece

de utilidad, sino que obstaculiza el progreso al absorber tiempo y mano de obra que podrían dedicarse a cosas mejores. La condición de consistencia elimina semejantes discusiones inútiles y obliga al científico a concentrarse en los hechos que son, en última instancia, los únicos jueces aceptables de una teoría. Este es el modo como el científico profesional defiende su concentración en una sola teoría, con exclusión de las alternativas empíricamente posibles²⁴.

Vale la pena repetir el núcleo razonable de este argumento. Las teorías no deberían cambiarse a menos que existan razones de peso. La única razón de peso para cambiar una teoría es su desacuerdo con los hechos. La discusión sobre hechos incompatibles conduce por ello al progreso. La discusión sobre hipótesis incompatibles no conduce al progreso. En consecuencia, aumentar el número de hechos relevantes es un procedimiento seguro. Aumentar el número de alternativas factualmente adecuadas, pero incompatibles, no es un procedimiento seguro. Cabría añadir que no se excluyen las construcciones formales que aumenten la elegancia, la simplicidad, la generalidad y la coherencia. Pero una vez que se hayan efectuado tales construcciones, parece ser que lo único que le queda por hacer al científico es la recogida de hechos para llevar a cabo la contrastación.

Y ello es así dando por supuesto que los hechos *existen*, y que *están disponibles independientemente de que se consideren o no alternativas a la teoría que ha de ser contrastada*. A este supuesto, del que depende de manera decisiva la validez del anterior argumento, lo llamo el supuesto de la autonomía relativa de los hechos, o *principio de autonomía*. Este principio no afirma que el descubrimiento y descripción de hechos es independiente de *todo* teorizar. Lo que afirma es que los hechos que pertenecen al

²⁴ Para testimonios más detallados de la existencia de esta actitud y de su influencia en el desarrollo de las ciencias, cfr. Thomas Kuhn, *The Structure of scientific Revolutions*, Chicago, 1962. Esta actitud es muy común en la teoría cuántica. 'Aprovechémonos de las teorías satisfactorias que poseemos y no gaste-mos el tiempo en considerar qué *sucedría* si empleásemos *otras* teorías', tal parece ser la filosofía que guía a casi todos los físicos contemporáneos (cf. por ejemplo, W. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, New York, 1958, 56 y 114) y a los filósofos 'científicos' (e. g., N. R. Hanson, 'Five Cautions for the Copenhagen Critics', *Philosophy of Science*, 26, 1958, 325 ss). La mencionada actitud puede remontarse hasta los escritos y cartas de Newton (a Hooke, Pardies, y otros) referentes a la teoría de los colores y a su metodología general (cf. mi exposición en 'Classical Empirism', *The Methodological Heritage of Newton*, ed. Butts, Oxford, 1970).

contenido empírico de una teoría están disponibles se consideren o no otras alternativas a *esta* teoría. No sé si este supuesto tan importante ha sido formulado explícitamente alguna vez como postulado separado del método empírico. Sin embargo, dicho postulado está claramente implicado en casi todas las investigaciones que versan sobre cuestiones de confirmación y contrastación. Todas estas investigaciones emplean un modelo en el que una *sola* teoría se compara con una clase de hechos (o enunciados observacionales) que se suponen 'dados' de alguna manera. Pienso que esta descripción simplifica con exceso la situación real. Los hechos y las teorías están relacionados mucho más íntimamente de lo que reconoce el principio de autonomía. La descripción de todo hecho particular no sólo es dependiente de *alguna* teoría (que, desde luego, puede ser muy diferente de la teoría que ha de contrastarse), sino que además existen hechos que no pueden descubrirse si no es con la ayuda de alternativas a la teoría que ha de contrastarse, y que dejan de estar disponibles tan pronto como se excluyen tales alternativas. Todo esto sugiere que la unidad metodológica a la que hay que referirse cuando se discutan cuestiones de contrastación y de contenido empírico está constituida por un *conjunto completo de teorías en parte coincidentes, factualmente adecuadas, pero inconsistentes entre sí*. En el presente capítulo sólo se exponen los trazos más simples de semejante modelo de contrastación. Pero antes de hacer esto, voy a examinar un ejemplo que ilustra de forma muy clara la función de las alternativas en el descubrimiento de hechos críticos.

En la actualidad sabemos que la partícula browniana es una máquina de movimiento perpetuo de la segunda clase y que su existencia refuta la segunda ley fenomenológica. El movimiento browniano pertenece pues al dominio de los hechos relevantes de la ley. Ahora bien, ¿podía descubrirse de manera *directa* esta relación entre el movimiento browniano y la mencionada ley, es decir, podía descubrirse dicha relación por medio de un examen de las consecuencias observacionales de la teoría alternativa del calor? Esta cuestión se divide fácilmente en dos: 1) ¿Podía descubrirse de esta manera la *relevancia* de la partícula browniana? 2) ¿Podía demostrarse que ello refuta efectivamente la segunda ley?

La respuesta a la primera cuestión es que no lo sabemos. Es imposible decir lo que hubiera ocurrido si la teoría cinética no

hubiese entrado en el debate. Mi hipótesis, sin embargo, es que en este caso la partícula browniana habría sido considerada como una extravagancia —de forma muy similar a como algunas de las asombrosas conclusiones del difunto profesor Ehrenhaft²⁵ fueron consideradas como extravagancias— y que no habría alcanzado la posición que ocupa en la teoría contemporánea. La respuesta a la segunda cuestión es, simplemente, NO. Considérese lo que hubiese exigido el descubrimiento de una inconsistencia entre el fenómeno del movimiento browniano y la segunda ley. Hubiese exigido: a) la medición del *movimiento* exacto de la partícula en orden a determinar el cambio habido en su energía cinética más la energía consumida en vencer la resistencia del fluido; y b) hubiese exigido mediciones exactas de la temperatura y calor transferidos al medio circundante en orden a establecer que cualquier pérdida que tuviese lugar estaba compensada por el aumento de energía en la partícula móvil y por el trabajo realizado contra el fluido. Estas mediciones están más allá de las posibilidades experimentales²⁶: ni la transferencia del calor ni la trayectoria de la partícula pueden medirse con la precisión deseada. De aquí que resulte imposible una refutación 'directa' de la segunda ley que sólo tuviese en cuenta la teoría fenomenológica y los 'hechos' del movimiento browniano. Resulta imposible debido a la estructura del mundo en que vivimos y a las leyes que son válidas en ese mundo. Como es

²⁵ Habiendo presenciado este tipo de fenómenos en circunstancias muy diversas, soy mucho más recalcitrante a repudiarlas como una simple *Dreckeffekt* de lo que lo es la comunidad científica actual. Cf. mi traducción de las *Ehrenhaft's Vienna lectures* de 1947 que pueden obtenerse solicitándomelas por correo postal. Ehrenhaft fue considerado como un charlatán por muchos de sus colegas. Tal vez lo fuera, pero es cierto que también fue mucho mejor profesor que la mayoría de ellos y que transmitió a sus estudiantes una idea mucho mejor del carácter precario del conocimiento físico. Todavía recuerdo con cuánta avidez estudiábamos la teoría de Maxwell (en el manual de Abraham-Becker, de Heaviside a quien Ehrenhaft mencionaba a menudo en sus lecciones, y en los escritos originales de Maxwell) así como la teoría de la relatividad, con el fin de refutar la afirmación de Ehrenhaft de que la física teórica era un sin sentido; y cuán asombrados y desilusionados quedamos al descubrir que no existía ninguna cadena deductiva directa que uniese teoría y experimento, y que muchas de las derivaciones profundas eran completamente arbitrarias. Nos dimos cuenta además de que la fuerza de casi todas las teorías se deriva de unos pocos casos paradigmáticos y que han de ser distorsionadas para cubrir el resto. Es de lamentar que los filósofos de la ciencia apenas estén familiarizados con casos límites como el de Ehrenhaft o el de Velikovsky y que prefieran ser expertos en los maestros consagrados de la ciencia (y del área de su propio desastre) para incrementar la profundización de la empresa científica.

²⁶ Para más detalles, proporcionados por R. Fürth, ver *Zs. Physik*, vol. 81 (1933), 143 ss.

bien conocido, la refutación efectiva tuvo lugar de una manera muy diferente. Tuvo lugar por medio de la teoría cinética y de la utilización que de la misma hizo Einstein en su cálculo de las propiedades estadísticas del movimiento browniano. A lo largo de este proceso, la teoría fenomenológica (T') fue incorporada en el contexto más amplio de la física estadística (T) de forma tal que se violaba la *condición de consistencia* y sólo después entró en escena el experimento crucial (investigación de Svedberg y Perrin)²⁷.

Me parece que éste es un ejemplo típico de la relación entre teorías o puntos de vista muy generales, y los 'hechos'. Tanto la relevancia como el carácter refutador de los hechos decisivos sólo puede establecerse con la ayuda de otras teorías que, aunque factualmente adecuadas²⁸, no están de acuerdo con el punto de vista que ha de contrastarse. Siendo esto así, la invención y articulación de alternativas tal vez haya de preceder a la producción de hechos refutadores. El empirismo, al menos en algunas de sus versiones más sofisticadas, exige que el contenido empírico de cualquier tipo de conocimiento que se posea ha de ser aumentado

²⁷ Para estas investigaciones (cuyo trasfondo filosófico se deriva de Boltzmann) cf. A. Einstein, *Investigations on the Theory of the Brownian Motion*, ed. R. Fürth, New York, 1956, que contiene todos los escritos relevantes de Einstein y una bibliografía exhaustiva de R. Fürth. Para el trabajo experimental de J. Perrin, ver *Die Atome*, Leipzig, 1920. Para la relación entre la teoría fenomenológica y la teoría cinética de von Smoluchowski, ver 'Experimentell nachweisbare, der üblichen Thermodynamik widersprechende Molekularphänomene', *Physikalische Zs.*, XIII, 1912, 1069, así como la breve nota de K. R. Popper, 'Irreversibility, or, Entropy since 1905', *British Journal for the Philosophy of Science*, VIII, 1957, 151, que resume los argumentos esenciales. A pesar de los descubrimientos que hacen época de Einstein y de la espléndida presentación de sus consecuencias por parte de von Smoluchowski (*Oeuvres de Marie Smoluchowski*, Cracovie, 1928, vol. II, 226 ss., 316 ss., 462 ss. y 530 ss.), la situación actual en termodinámica es extremadamente confusa, en especial a la vista de la presencia continuada de algunas ideas de reducción muy dudosas. Para ser más específicos, se hace a menudo el intento de determinar el balance de entropía de un proceso *estadístico* complejo por referencia a la ley *fenomenológica* (refutada), después de lo cual las fluctuaciones se encajan de una manera *ad hoc*. Para este punto, cf. mi nota 'On the Possibility of a Perpetuum Mobile of the Second Kind', *Mind, Matter and Method*, Minneapolis, 1966, 409, y mi artículo 'In Defence of Classical Physics', *Studies in the History and Philosophy of Science*, I, núm. 2, 1970.

Debería mencionarse, aunque sólo fuera de paso, que en 1903, cuando Einstein empezaba sus trabajos en termodinámica, había evidencia empírica que sugería que el movimiento browniano podía no ser un fenómeno molecular. Ver F. M. Exner, 'Notiz zu Browns Molekularbewegung', *Ann. Phys.*, núm. 2, 1900, 843. Exner defendía que el movimiento era de un orden de magnitud que estaba por debajo del valor que debía esperarse según el principio de equipartición.

²⁸ La condición de adecuación factual se suprimirá en el capítulo 5.

tanto como sea posible. *En consecuencia, la invención de alternativas al punto de vista que ocupe el centro de la discusión constituye una parte esencial del método empírico.* De modo inverso, el hecho de que la condición de consistencia elimine las alternativas nos parece ahora que está en desacuerdo no sólo con la práctica científica sino con el empirismo mismo. Al excluir contrastaciones válidas, dicha condición disminuye el contenido empírico de las teorías a las que se permite subsistir (y estas serán por lo general, como he señalado antes, aquellas teorías que fueron propuestas en primer lugar); y en especial, hace disminuir el número de hechos que podrían mostrar las limitaciones de las teorías. Este último resultado, referente a una aplicación determinada de la condición de consistencia, tiene un interés muy actual. Podría suceder que la refutación de las incertidumbres mecánico-cuánticas presuponga una tal incorporación de la teoría actual en un contexto más amplio que ya no se ajuste a la idea de complementaridad y que sugiera por tanto nuevos y decisivos experimentos. Y también podría suceder que la insistencia, por parte de la mayoría de los físicos contemporáneos, en la condición de consistencia proteja para siempre, caso de tener éxito, dichas incertidumbres de toda refutación. Así es como esta condición puede dar lugar a una situación en la que un punto de vista determinado se petrifique en dogma y se haga inasequible, en nombre de la experiencia, a toda crítica que pueda concebirse.

Vale la pena examinar con algo más de detalle esta defensa aparentemente 'empírica' de un punto de vista dogmático. Supóngase que los físicos adoptan, consciente o inconscientemente, la idea de la unicidad de la complementaridad, que elaboren el punto de vista ortodoxo y que se nieguen a considerar alternativas. En principio semejante procedimiento puede ser completamente inofensivo. Después de todo, un hombre e incluso una escuela influyente, sólo puede hacer un número determinado de cosas al mismo tiempo, y es mejor dedicarse a una teoría en la que se está interesado que dedicarse a una teoría que resulte cargante. Supóngase ahora que el empeño puesto en la teoría elegida conduzca al éxito, y que la teoría explique, de modo satisfactorio, circunstancias que habían sido ininteligibles durante mucho tiempo. Este resultado otorga apoyo empírico a una idea que al principio sólo parecía poseer la ventaja de ser interesante y fascinadora. El compromiso para con la teoría quedará así reforzado, y la actitud

hacia las alternativas se hará menos tolerante. Ahora bien, si es cierto, como se defendió en la última sección, que muchos hechos sólo se tornan disponibles con la ayuda de alternativas, entonces negarse a considerarlas *tendrá también el resultado de eliminar hechos potencialmente refutadores*. En particular, se eliminarán hechos cuyo descubrimiento podría demostrar la completa e irreparable inadecuación de la teoría²⁹. Al hacer estos hechos inaccesibles, la teoría aparecerá libre de imperfección y se tendrá la impresión de que 'toda la evidencia apunta con precisión implacable en la... dirección... de que todos los procesos que implican... interacciones desconocidas se conforman a la ley cuántica fundamental'³⁰. Esto reforzará todavía más la creencia en la unicidad de la teoría aceptada y en la futilidad de cualquier otra explicación que proceda de una manera diferente. Una vez firmemente convencidos de que sólo hay una microfísica correcta, los físicos intentarán explicar los hechos adversos en términos de una tal microfísica, y no les importará que estas explicaciones resulten, a veces, ligeramente burdas. A continuación, este desarrollo llega a ser conocido por el público. Los libros populares de ciencia (incluidos muchos libros de filosofía de la ciencia) difunden los

²⁹ La teoría cuántica puede adaptarse a un gran número de dificultades. Es una teoría abierta en el sentido de que las inadecuaciones aparentes pueden explicarse de manera *ad hoc*, añadiendo operadores apropiados, o elementos en la hamiltoniana, en vez de reformar la estructura completa. Una refutación de su formalismo básico tendría que probar, por tanto, que *no existe ningún reajuste concebible de la hamiltoniana, o de los operadores empleados*, que pusiese en concordancia la teoría con un hecho determinado. Evidentemente, un enunciado general de este tipo sólo puede ser proporcionado por una teoría *alternativa* lo suficientemente detallada como para permitir contrastaciones cruciales. Este punto ha sido explicado por D. Bohm y J. Bub, *Reviews of Modern Physics*, núm. 38, 1966, 456 ss. Las observaciones que refutan una teoría no siempre *se descubren* con la ayuda de una alternativa, a menudo son conocidas desde mucho tiempo antes. Así, la anomalía del perihelio de Mercurio se conocía desde mucho tiempo antes de la aparición de la teoría general de la relatividad (que por cierto no se inventó para resolver este problema). La partícula browniana era conocida desde mucho antes de que estuvieran disponibles las versiones más detalladas de la teoría cinética. Pero la explicación de las mismas con ayuda de una alternativa nos hace verlas bajo una nueva luz; descubrimos así que dichas observaciones refutadoras o anomalías están en conflicto con un punto de vista generalmente aceptado. Tengo la sospecha de que todas las 'falsaciones', incluido el trillado caso del Cuervo Blanco (o del Cisne Negro) se basan en descubrimientos de la última clase. Para una discusión muy interesante de la noción de 'novedad' que surge en este contexto, ver la sección I.1. del artículo de Elie Zahar 'Why did Einstein's Programme supersede Lorentz's?', *British Journal for the Philosophy of Science*, June, 1973.

³⁰ Rosenfeld, 'Misunderstandings about the Foundations of Quantum Theory', *Observation and Interpretation*, ed. Körner, London, 1957, 44.

postulados básicos de la teoría; se hacen aplicaciones en campos distantes, se concede dinero a los ortodoxos y se le niega a los rebeldes. Más que nunca la teoría parece poseer ahora un enorme apoyo empírico, y las oportunidades para considerar alternativas son muy escasas. El éxito final de los supuestos básicos de la teoría cuántica, y de la idea de complementariedad, parece estar asegurado.

Al mismo tiempo resulta evidente, sobre la base de nuestras consideraciones, que esta apariencia de éxito *no puede considerarse en modo alguno como un signo de verdad y correspondencia con la naturaleza*. Muy al contrario, surge la sospecha de que la ausencia de grandes dificultades es el resultado de la disminución en contenido empírico provocado por la eliminación de alternativas, y de los hechos que pueden descubrirse con su ayuda. Con otras palabras, *surge la sospecha de que este pretendido éxito se debe al hecho de que la teoría, al extenderse más allá de su punto de partida, se ha convertido en una rígida ideología*. Esta ideología 'tiene éxito' no porque concuerde perfectamente con los hechos; tiene éxito porque no se ha especificado hecho alguno que pudiera constituir una contrastación y porque se han eliminado algunos hechos que podrían desempeñar esta función. Su 'éxito' es *completamente artificial*. Se tomó la decisión de adherirse, pase lo que pase, a ciertas ideas y el resultado fue, cosa muy natural, la supervivencia de estas ideas. Si en un momento determinado se olvida la decisión inicial o se hace sólo de modo implícito, por ejemplo, si llega a convertirse en ley común de la física, entonces la supervivencia misma parecerá constituir un apoyo independiente, reforzará la decisión, o la convertirá en una decisión explícita, y de este modo se cierra el círculo. Así es como puede crearse 'evidencia' empírica a través de un proceso que aduce como justificación propia la mismísima evidencia que dicho proceso ha provocado.

En este punto, una teoría 'empírica' de la clase descrita (y recuérdese siempre que los principios básicos de la teoría cuántica actual, en particular la idea de complementariedad, se encuentran desgraciadamente muy cerca de constituir una tal teoría) se convierte en algo casi indistinguible de un mito de segunda categoría. En orden a comprobar esta afirmación, sólo necesitamos considerar un mito como el de la brujería y la posesión diabólica, desarrollado por los teólogos católico-romanos, que dominó en el

continente europeo durante los siglos xv, xvi y xvii. Este mito constituye un complejo sistema explicativo que contiene numerosas hipótesis auxiliares inventadas para cubrir casos particulares y para alcanzar así un alto grado de confirmación sobre la base de la observación. Ha sido enseñado durante mucho tiempo, su contenido se vió reforzado por el miedo, el prejuicio y la ignorancia, así como por un clero celoso y cruel. Sus ideas se introdujeron en el idioma más común, infectaron todos los modos de pensamiento e inspiraron muchas decisiones importantes para la vida humana. Proporcionaba modelos para la explicación de cualquier evento concebible (concebible para quienes lo hubieran aceptado)³¹. Siendo esto así, sus términos clave se fijarían de manera inequívoca al igual que la idea (que quizá fue lo que habría conducido en primer término a semejante proceso) de que dichos términos son copias de entidades incambiables y de que el cambio de significado, caso de que ocurra, se debe a error humano (esta idea parecerá ahora muy plausible). Semejante plausibilidad refuerza todas las maniobras que se hagan para la conservación del mito (incluida la eliminación de los oponentes). El aparato conceptual de la teoría y las emociones que lleva asociadas su aplicación, tras haber penetrado todos los medios de comunicación, todas las acciones, y, ciertamente, la vida toda de la comunidad, garantiza ahora el éxito de métodos tales como la deducción trascendental, análisis de usos, análisis fenomenológico; métodos estos que llevan a un mayor fortalecimiento del mito (lo que muestra, dicho sea de paso, que todos estos métodos, que han sido la marca de fábrica de varias escuelas filosóficas antiguas y modernas, poseen una cosa en común: tienden a *conservar el status quo* de la vida intelectual). Los resultados observacionales hablarán también en favor de la teoría, puesto que están formulados en sus términos, se tendrá la impresión de haber llegado por fin a la verdad. Al mismo tiempo, resulta evidente que se ha perdido todo contacto con el mundo y que la estabilidad conseguida, la apariencia de verdad absoluta, *no es otra cosa que el resultado de un conformismo absoluto*³².

³¹ Para una descripción detallada, cf. Ch. H. Lea, *Materials for a History of Witchcraft*, New York, 1957, así como H. Trevor-Roper, *The European Witch Craze*, New York, 1969, que contiene una bibliografía completa, tanto antigua como moderna.

³² El análisis de los usos, para considerar un solo ejemplo, presupone ciertas regularidades concernientes a estos usos. Cuanta más gente haya que difiera en sus

¿Pues cómo podemos contrastar, o mejorar, la verdad de una teoría si está construida de manera tal que cualquier suceso concebible puede describirse y explicarse en términos de sus principios? La *única* forma de investigar semejantes principios omnicomprendivos sería compararlos con otro conjunto diferente de *principios igualmente omnicomprendivos* (pero este procedimiento ha quedado excluido desde el principio). El mito carece por tanto, de toda relevancia objetiva; continúa existiendo debido sólo al esfuerzo de la comunidad de creyentes y de sus dirigentes, sean éstos sacerdotes o ganadores del premio Nobel. Este, creo, es el argumento más decisivo contra cualquier método, sea empírico o no, que fomente la uniformidad. Cualquier método de este tipo es, en último término, un método fraudulento. Refuerza un conformismo oscurantista, mientras habla de la verdad; conduce a un deterioro de las capacidades intelectuales, del poder de la imaginación, mientras habla de conocimiento profundo; destruye el don más precioso de la juventud —su enorme poder de imaginación— y habla de educación.

* * *

En resumen: *La unanimidad de opinión tal vez sea adecuada para una iglesia, para las asustadas y ansiosas víctimas de algún mito (antiguo o moderno), o para los débiles y fanáticos seguidores de algún tirano. La pluralidad de opinión es necesaria para el conocimiento objetivo, y un método que fomente la pluralidad es, además, el único método compatible con una perspectiva humanista.* (En la medida que la condición de consistencia limita la

ideas fundamentales, mayor dificultad habrá para describir tales regularidades. En consecuencia, el análisis de los usos figurará mejor en una sociedad cerrada, que esté firmemente cohesionada por un poderoso mito, tal como era la sociedad de los filósofos de Oxford hace unos 20 años. Los esquizofrénicos muy a menudo tienen creencias tan rígidas, tan omnipresentes y tan desconectadas de la realidad, como las que sostienen las mejores filosofías dogmáticas. La diferencia radica en que a los esquizofrénicos estas creencias les vienen de un modo natural, mientras que, a veces, un filósofo 'crítico' puede gastar toda su vida en descubrir argumentos que creen un tal estado de la mente.

diversidad, contiene un elemento teológico que radica, por supuesto, en la veneración de los 'hechos' tan característica de casi todo el empirismo³³.

³³ Resulta interesante constatar que todas las perogrulladas que enseñaban los protestantes sobre la Biblia son casi idénticas a las perogrulladas que enseñan los empiristas y otros fundamentalistas sobre *su* fundamento, a saber, la experiencia. Así, en su *Novum Organum*, Bacon exige que toda noción preconcebida (aforismo 36), toda opinión preconcebida (aforismos 42 ss.), e incluso toda *palabra* preconcebida (aforismos 59, 121), 'sea abjurada y rechazada con firme y solemne resolución, y que el entendimiento esté completamente libre y despegado de ellas, de modo que el acceso al reino del hombre, que se basa en las ciencias, pueda parecerse al reino de los cielos, en el que no se puede entrar si no se es niño' (aforismo 68). En ambos casos se critica la 'controversia' (que consiste en la consideración de alternativas) y se nos invita a prescindir de ella, y en ambos casos se nos promete una 'percepción inmediata' de Dios en el reino celestial, y de la Naturaleza en el reino del hombre. Para las bases teóricas de esta semejanza cf. mi ensayo 'Classical Empiricism', en *The Methodological Heritage of Newton*, ed. R. E. Butts, Oxford and Toronto, 1970. Para ver la fuerte conexión que existe entre Puritanismo y ciencia moderna, cf. R. T. Jones, *Ancients and Moderns*, California, 1965, capítulos 5-7. Un examen completo de los numerosos factores que influyeron en el surgimiento del empirismo moderno en Inglaterra, se encuentra en R. K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth Century, England*, New York. Howard Fertig, 1970 (versión en libro de su artículo de 1938).

4

No existe ninguna idea, por antigua y absurda que sea, que no pueda mejorar el conocimiento. Toda la historia del pensamiento está subsumida en la ciencia y se usa para mejorar cada teoría particular. Tampoco se eliminan las interferencias políticas. Puede hacer falta superar el chauvinismo científico que rechaza las alternativas al status quo.

En este capítulo se termina la discusión de la parte primera de la contrainducción que trata de la invención y elaboración de hipótesis inconsistentes con un punto de vista que está altamente confirmado y que es generalmente aceptado. Hemos indicado que el examen de semejante punto de vista requiere a menudo una teoría alternativa incompatible, de modo que el consejo (Newtoniano) de postponer las alternativas hasta que aparezca la primera dificultad es lo mismo que colocar el carro delante del caballo. El científico que esté interesado en el máximo contenido empírico, y que desee comprender todos los aspectos posibles de su teoría, tendrá que adoptar, en consecuencia, una metodología pluralista, tendrá que comparar teorías con teorías, en lugar de hacerlo con la 'experiencia', 'datos', o 'hechos'; y tendrá que esforzarse por mejorar, en lugar de eliminarlos, los puntos de vista que parezcan perder en la competición³⁴. Pues las alternativas que dicho científico necesita para mantener el debate en marcha, también pueden tomarse del pasado. Como cuestión de hecho, tales alternativas pueden tomarse de donde quiera que uno sea capaz de descubrir-

³⁴ Es importante, por tanto, que las alternativas se expongan de acuerdo con su mutua competitividad y no sean aisladas o mutiladas bajo alguna forma de 'desmitificación'. A diferencia de Tillich, Bultmann y seguidores, deberíamos considerar las concepciones del mundo ofrecidas por la Biblia, por el poema épico de Gilgamesh, por La Iliada y los Edda como *alternativas cosmológicas* plenamente maduras que pueden usarse para modificar, e incluso sustituir, las cosmológicas 'científicas' de un periodo dado.

las: de los mitos antiguos, y de los prejuicios modernos; de las elucubraciones de los expertos y de las fantasías de los chiflados. Toda la historia de una materia es utilizada en el intento por mejorar su más reciente y 'avanzado' estadio. La separación entre historia de la ciencia, su filosofía y la ciencia misma, se desvanece en el aire y lo mismo sucede con la separación entre ciencia y no-ciencia³⁵.

Esta posición, que es una consecuencia natural de los argumentos expuestos arriba, es atacada con frecuencia —no con contra-argumentos, que sería cosa fácil de rebatir— sino planteando cuestiones retóricas. 'Si cualquier metafísica sirve', escribe Hesse en su recensión de uno de mis primeros ensayos³⁶ 'se plantea la

³⁵ Una exposición y defensa auténticamente humanistas de este punto de vista puede encontrarse en *On Liberty* de J. S. Mill. La filosofía de Popper, que a algunos les gustaría imponer como el único racionalismo humanista que existe hoy, no es más que un pálido reflejo de la filosofía de Mill. Es mucho más especializada, mucho más formalista y elitista, y está completamente desprovista del interés por la felicidad individual que constituye un rasgo característico de Mill. Podemos comprender sus peculiaridades si tenemos en cuenta: a) el trasfondo del positivismo lógico, que juega un papel importante en la *Logic of Scientific Discovery*; b) el intransigente puritanismo de su autor (y de la mayor parte de sus seguidores), y, si recordamos la influencia de Harriet Taylor en la vida y en la filosofía de Mill, no existe ninguna Harriet Taylor en la vida de Popper. Los argumentos precedentes deberían haber dejado claro que yo no considero la proliferación sólo como un 'catalizador externo' de progreso, como sugiere Lakatos en sus ensayos 'History of Science and its Rational Reconstructions', *Boston Studies*, vol. VIII, 98; 'Popper on Demarcation and Induction' M. S. 1970, 21), sino como parte esencial del mismo. Ya desde 'Explanation, Reduction and Empirism' (*Minnesota Studies*, vol. III, Minneapolis, 1962), y de modo general en 'How to be a good Empirist' (*Delaware Studies*, vol. II, 1963), he defendido que las alternativas aumentan el contenido empírico de los puntos de vista que ocupan el centro de atención y son, por tanto, 'partes necesarias' del proceso falsador (Lakatos, *History*, núm. 27 al describir su propia posición). En 'Reply to Criticism' (*Boston Studies*, vol. II, 1965) señalé que 'el principio de proliferación no sólo recomienda la invención de nuevas alternativas, sino que evita además la eliminación de teorías más antiguas que han sido refutadas. La razón de ello estriba en que estas teorías contribuyen al contenido de sus rivales victoriosas' (p. 224). Esto último concuerda con la observación de Lakatos de 1971 que dice que 'las alternativas no son meros catalizadores, que pueden eliminarse posteriormente en la reconstrucción racional' (*History* núm. 27), *excepto* en que Lakatos me atribuye a mí un punto de vista psicologista y se atribuye a él mis verdaderos puntos de vista. Considerando el argumento del texto, aparece claro que la creciente separación entre la historia de la ciencia, la filosofía de la ciencia y la ciencia misma constituye una desventaja y que debería terminarse con esta separación en interés de las tres disciplinas. De otro modo conseguiremos resultados muy minuciosos y precisos, pero completamente estériles.

³⁶ Mary Hesse, *Ratio*, núm. 9, 1967, 93; cf. B. F. Skinner, *Beyond Freedom and Dignity*, New York, 1971, 5: 'Ningún físico moderno estaría dispuesto a volver a Aristóteles en busca de ayuda'. Tal vez sea cierto, pero no representa una gran ventaja.

cuestión de por qué *no volver atrás* y aprovechar la crítica objetiva a la ciencia moderna que se encuentra en el Aristotelismo o, ciertamente, en el vudú, e insinúa que una crítica de este tipo sería completamente ridícula. Su insinuación da por supuesta, desgraciadamente, una gran ignorancia en sus lectores. El progreso se consigue a menudo por medio de una 'crítica desde el pasado', por una crítica que es precisamente del mismo tipo que Mary Hesse desprecia. Después de Aristóteles y Ptolomeo, la idea de que la Tierra se mueve —esa extraña, antigua y 'completamente ridícula'³⁷ concepción pitagórica— fue arrojada al montón de escombros de la historia, para ser revivida sólo por Copérnico y para convertirse en sus manos en un arma con la que vencer a los vencedores de dicha concepción. La tradición Hermética desempeñó un papel importante en este resurgimiento, papel que todavía no ha sido suficientemente comprendido³⁸; el mismo gran Newton estudió estos escritos con mucha atención³⁹. Semejantes desarrollos no son sorprendentes. Una idea no se examina nunca en todas sus ramificaciones y ningún punto de vista recibe jamás todas las oportunidades que se merece. Las teorías se abandonan y sustituyen por otras explicaciones más de moda, mucho antes de tener la oportunidad para mostrar sus virtudes. Por otra parte, las doctrinas antiguas y los mitos 'primitivos' parecen extraños y absurdos sólo porque no se conoce su contenido científico o porque está distorsionado por filósofos o antropólogos no familiarizados con el conocimiento astronómico, médico, o físico más elemental⁴⁰. El Vudú, *pièce de resistance* del Dr. Hesse, constituye uno de estos

³⁷ Ptolomeo, *Syntaxis*, citado según la traducción de Manitius, *Des Claudius Ptolomaeus Handbuch der Astronomie*, vol. I, Leipzig, 1963, 18.

³⁸ Para una evaluación positiva del papel que desempeñaron los escritos Herméticos en el Renacimiento, cf. F. Yates, *Giordano Bruno and the Hermetic tradition*, London, 1963, y la bibliografía incluida en esta obra. Para una crítica de su posición, cf. los artículos de Mary Hesse y Edward Rosen en vol. V, de los *Minnesota Studies for the Philosophy of Science*, ed. Roger Stuewer, Minnesota 1970; cf. también la nota 114 del capítulo 8.

³⁹ Cf. J. M. Keynes, 'Newton the Man', en *Essays and sketches in Biography*, New York, 1956, y, de forma mucho más detallada, McGuire & Rattansi, 'Newton and the «Pipes of Pan»', *Notes and Records of the Royal Society*, vol. 21, núm. 2, 1966, 108 ss.

⁴⁰ Para el contenido científico de algunos mitos, cf. C. de Santillana, *The Origin of Scientific Thought*, New York, 1961, en particular el Prólogo. 'Así pues, podemos ver', escribe de Santillana, 'cuántos mitos, en apariencia fantásticos y arbitrarios, de los que el relato griego de los Argonautas constituye un vástago tardío, pueden proporcionar una terminología de temas imaginativos, una clase de código que está empezando a desaparecer. Se pretendía aceptar a aquellos que sabían: a) determinar

casos. Nadie lo conoce, pero todo el mundo lo utiliza como paradigma de atraso y confusión. Sin embargo, el Vudú posee una base material firme aunque ésta todavía no ha sido comprendida de modo suficiente; el estudio de sus manifestaciones podría emplearse para enriquecer, y tal vez incluso para revisar, nuestros conocimientos de fisiología⁴¹.

Un ejemplo aún más interesante lo constituye el resurgimiento de la medicina tradicional en la China comunista. Nos encontramos aquí con un desarrollo de tipo familiar⁴², un gran país con grandes tradiciones se encuentra bajo el dominio occidental y es explotado en la forma usual. Una generación nueva reconoce, o cree reconocer la superioridad material e intelectual de Occidente y atribuye dicha superioridad a la ciencia. Se importa y enseña ciencia, y se marginan todos los elementos tradicionales. El chau-

inequívocamente la posición de ciertos planetas con relación a la tierra, al firmamento y entre sí; b) exponer el conocimiento que se tenía de la fábrica del mundo en forma de relatos acerca de 'cómo empezó el mundo'; existen dos razones por las que no se descubrió antes este código. Una de ellas es la firme convicción de los historiadores de la ciencia referente a que la ciencia no empezó antes de los griegos y que sólo es posible obtener resultados científicos empleando el método científico tal y como se practica en la actualidad (y que se encuentra prefigurado en los científicos griegos). La otra razón es la ignorancia astronómica, geológica, etc., de la mayoría de los asiriólogos, egiptólogos y estudiosos del Antiguo Testamento; el aparente primitivismo de muchos mitos no es otra cosa que el reflejo del rudimentario conocimiento astronómico, biológico, etc., etc., de sus compiladores y traductores. Desde los descubrimientos de Hawkins, Marshack y otros, hay que admitir la existencia de una astronomía paleolítica internacional que dio origen a escuelas, observatorios, tradiciones científicas y teorías del máximo interés. Estas teorías, que fueron formuladas en términos sociológicos, no en términos matemáticos, han dejado sus huellas en las sagas, mitos y leyendas; y pueden reconstruirse de dos maneras; partir de los restos materiales de la astronomía de la Edad de Piedra, tales como piedras acotadas, observatorios hechos de piedras, etc. y *avanzar* luego hasta el presente; o bien, partir de los restos literarios que se encuentran en las sagas, y *regresar* hasta el pasado. Un ejemplo del primer método lo constituye A. Marshack, *The Roots of Civilization*, New York, 1972; un ejemplo del segundo, de Santillana-von Dechend, *Hamlet's Mill*, Boston, 1969. Para un resumen e interpretación cf. mi *Einführung in die Naturphilosophie*, Braunschweig, 1974.

⁴¹ Cf. capítulo 9 de Lévy-Strauss, *Structural Anthropology*, New York, 1967. Para las bases fisiológicas del Vudú, cf. C. R. Richter, 'The Phenomenon of Unexplained Sudden Death' en *The Physiological Basis of Psychiatry*, ed. Gantt; así como W. H. Cannon, *Bodily Changes in Pain Hunger, Fear and Rage*, New York, 1915; y '«Vudú» Death', en *American Anthropologist*, n. s., XLIV, 1942. Las observaciones biológicas y meteorológicas llevadas a cabo por los llamados 'primitivos' pueden encontrarse en Lévy-Strauss, *The Savage Mind*, London, 1966.

⁴² R. C. Croizier, *Traditional Medicine in Modern China*, Harvard University Press, 1968. El autor hace una exposición muy interesante y clara de estos desarrollos, con numerosas citas de periódicos, libros y panfletos; pero a veces parece frenado por su respeto a la ciencia del siglo veinte.

vinismo científico triunfa: 'Lo que es compatible con la ciencia debe vivir, lo que no lo es debe morir'⁴³. En este contexto 'ciencia' no significa sólo un método particular sino todos los resultados que este método ha producido hasta el presente. Aquellas cosas que sean incompatibles con estos resultados, han de eliminarse. Los médicos de la antigua escuela, por ejemplo, deben cesar de practicar la medicina o deben ser reeducados. La medicina herbaria, la acupuntura, la moxibustión y su filosofía subyacente, son algo pasado que no debe tomarse en serio por más tiempo. Esta actitud perduró hasta 1954, año en que se condenó a los elementos burgueses del Ministerio de la Salud y se inició una campaña por el resurgimiento de la medicina tradicional. Sin duda alguna, esta campaña estuvo inspirada políticamente. Tenía, al menos, dos componentes, a saber, 1) la identificación entre ciencia occidental y ciencia burguesa; y 2) la negación del partido a exceptuar la ciencia de la supervisión política⁴⁴ y conceder a los expertos privilegios especiales. No obstante, la mencionada campaña proporcionó la contrafuerza necesaria para superar el chauvinismo científico de la época y establecer una pluralidad (dualidad) de puntos de vista posibles. (Este punto es importante. Ocurre con frecuencia que los miembros de la comunidad científica se endurecen y se hacen intolerantes, de modo que la proliferación ha de exigirse desde fuera, por medios políticos. Desde luego, no puede garantizarse el éxito —recuérdese el caso Lysenko. Pero esto no suprime la necesidad de controles no científicos sobre la ciencia).

Ahora bien, este dualismo políticamente inculcado ha conducido a descubrimientos máximamente interesantes y asombrosos, y ello tanto en China como en Occidente, así como a la comprobación de que existen fuerzas y medios de diagnosis que la medicina moderna no puede hacer suyos y para los que no tiene ninguna explicación⁴⁵.

⁴³ Chou Shao, 1933, referencia tomada de Croizier, *op. cit.*, 109. Cf. también D. W. Y. Kwok, *Scientism in Chinese Thought*, New Haven, 1965.

⁴⁴ Para la racionalidad de esta negación, cf. mi artículo 'Experts in a Free Society', *The Critic*, Noviembre/Diciembre 1970, y el capítulo 18 del presente ensayo. Para las tensiones que se produjeron entre 'rojos' y 'expertos', cf. F. Schumann, *Ideology and Organization in Communist China*, University of California Press, 1966.

⁴⁵ Para los primeros resultados en este campo, cf. Nakayama, *Acupuncture et Médecine Chinoise Verifiées au Japon*, 1934; y F. Mann, *Acupuncture*, New York, 1962; edición revisada, New York, 1973. El principal método de diagnosis en la medicina tradicional consiste en tomar el pulso, e incluye doce ritmos diferentes. E. H. Hume, *Doctors East and West*, Baltimore, 1940, 190-2, aduce ejemplos

Este dualismo revela la existencia de considerables lagunas en la medicina occidental, y no puede esperarse que el planteamiento científico usual encuentre finalmente una respuesta. En el caso de la medicina herbaria, este planteamiento consta de dos pasos⁴⁶. En primer lugar, la cocción herbaria se analiza en sus constituyentes químicos. Luego, se determinan los efectos *específicos* de cada constituyente y sobre esta base se explica el efecto total producido sobre un órgano particular. Este procedimiento olvida la posibilidad de que la hierba, considerada en su integridad, cambie el estado del organismo *en conjunto* y que es este nuevo estado de todo el organismo, más que una porción específica de la cocción herbaria, lo que cura al enfermo. Aquí, como en cualquier otra parte, el conocimiento se obtiene de una proliferación de puntos de vista más que de una aplicación determinada de la ideología preferida. Y nos percatamos de que, tal vez, la proliferación tenga que estar reforzada por mediaciones no científicas que posean la suficiente fuerza como para sojuzgar las instituciones científicas más poderosas. Ejemplo de mediaciones no científicas son la Iglesia, el Estado, el partido político, el descontento público, o el dinero: la entidad particular que más fácilmente puede conseguir que un científico moderno se desvíe de lo que su 'conciencia científica' le aconseja hacer, todavía es el *Dólar* (o, en tiempos recientes, el *Marco alemán*).

Los ejemplos de Copérnico, de la teoría atómica, del Vudú y de la medicina china muestran que incluso la teoría más avanzada, y que parece ser la más firme, no está segura; muestran que una teoría de este tipo puede modificarse, o ser destruida por completo con la ayuda de puntos de vista que el engreimiento de la ignorancia ha relegado ya al desván de la historia. De este modo puede ocurrir que el conocimiento de hoy pase a constituir los cuentos de hadas del mañana, y que el mito más ridículo se convierta eventualmente en la pieza más sólida de la ciencia.

El pluralismo teórico y las concepciones metafísicas no son tan sólo importantes en metodología, sino que además forman parte esencial de una perspectiva humanista. Los educadores progresivos

interesantes en los que la diagnosis por pulso y la moderna diagnosis científica producen el mismo resultado. Cf. también E. H. Hume, *The Chinese Way of Medicine*, Baltimore, 1940. Para las bases históricas y material adicional, cf. la introducción a *The Yellow Emperor's classic of Internal Medicine*, trad. Ilza Veith, Berkeley and Los Angeles, 1966.

⁴⁶ Cf. M. B. Krieg, *Green Medicine*, New York, 1964.

siempre se han preocupado por desarrollar la individualidad de sus alumnos y por llevar hasta la fruición los talentos y creencias particulares, y a veces únicos que, el muchacho puede poseer. Semejante educación, sin embargo, se ha considerado a menudo como un ejercicio inútil para conseguir soñar despierto. ¿Pues no es necesario preparar al joven para la vida tal y como es ella realmente? ¿Esto no significa que el joven debe aprender *un conjunto particular de puntos de vista* con exclusión de cualquier otra cosa? Y caso de que permanezca algún rastro de imaginación, ¿no se puede encontrar una aplicación apropiada de la misma en las artes y en el dominio sutil de los sueños que tienen tan poco que ver con el mundo en que vivimos? ¿No desembocará este procedimiento en una pugna entre una realidad aborrecible y las placenteras fantasías, entre la ciencia y las artes, entre una descripción rigurosa y las autoexpresiones sin límites? Los argumentos que defienden la proliferación muestran que no es necesario que ocurra esto. Es posible conservar lo que podríamos llamar la libertad de la creación artística y *aprovecharse al máximo de ella*, no sólo como una válvula de escape sino como un medio necesario para descubrir, y tal vez para cambiar los rasgos del mundo en que vivimos. Esta coincidencia de la parte (individuo) con el todo (mundo en el que vivimos), de lo puramente subjetivo y arbitrario con lo objetivo y lo regulado, constituye uno de los argumentos más importantes en favor de una metodología pluralista. Para detalles, el lector puede consultar el magnífico ensayo de Mill *On Liberty*⁴⁷.

⁴⁷ Cf. mi descripción de este ensayo en la sección 3 de 'Against Method', *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 4, Minneapolis, 1970. (Trad. en editorial Ariel).

5

Ninguna teoría concuerda con todos los hechos de su dominio, pero la teoría no es siempre la culpable de ello. Los hechos están constituidos por ideologías más antiguas, y el choque entre hechos y teorías puede ser prueba de progreso. Semejante choque, además, constituye un primer paso en el intento de descubrir los principios implícitos en nociones observacionales muy comunes y familiares.

Para examinar el descubrimiento, elaboración y uso de teorías que son inconsistentes, no ya con otras teorías, sino incluso con *experimentos, hechos y observaciones*, podemos empezar señalando que *ninguna teoría concuerda nunca con todos los hechos conocidos de su dominio*. Esta dificultad no tiene su origen en meros rumores, ni es consecuencia de procedimientos antiguos; sino que es producida por experimentos y mediciones de la mayor precisión y fiabilidad. Será conveniente distinguir aquí dos clases distintas de desacuerdo entre teoría y hechos: desacuerdos numéricos y discrepancias cualitativas.

El primer caso es muy familiar: una teoría hace una predicción numérica determinada y el valor real que se obtiene difiere de la predicción hecha por encima del margen de error previsto. Los instrumentos y su precisión están implicados por lo general en este caso. Los desacuerdos numéricos abundan en ciencia y dan origen a un 'océano de anomalías' que envuelve a toda teoría⁴⁸.

Así, por ejemplo, en tiempos de Galileo la concepción copernicana era inconsistente con hechos tan claros y obvios que Galileo tuvo que considerarla como 'seguramente falsa'⁴⁹. 'Mi asombro no

⁴⁸ Para esta noción de 'océano' y las varias formas de plantearla, cf. mi 'Reply to Criticism', *Boston Studies*, vol. 2, 1963, 224 ss.

⁴⁹ Galileo Galilei, *The Assayer*, citado en *The Controversy on the Comets of 1618*, ed. S. Drake and C. D. O'Malley, London, 1960, 323.

tiene límites', escribe en una obra posterior⁵⁰, 'cuando considero lo que Aristarco y Copérnico fueron capaces de hacer con la razón para superar los sentidos, de modo que, desafiando a estos últimos, aquélla se convirtiese en dueña y señora de su creencia'. La teoría newtoniana de la gravitación se vio envuelta, desde el principio, en dificultades bastante serias que proporcionaban material suficiente para su refutación. Incluso hoy día, y en el dominio no-relativista, 'existen numerosas discrepancias entre observación y teoría'⁵¹. El modelo atómico de Bohr se introdujo, y se mantuvo, en presencia de evidencia precisa y firme en contra⁵². La teoría especial de la relatividad se sostuvo a pesar de los inequívocos resultados experimentales de Kaufmann en 1906, y a pesar de la refutación de D. C. Miller (hablo de refutación porque este experimento, desde el punto de vista de la evidencia de la época, estuvo al menos tan bien ejecutado como los experimentos anteriores de Michelson-Morley⁵³. La teoría general de la relatividad, por muy sorpren-

⁵⁰ Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the two Chief World Systems*, Berkeley, 1953, 328.

⁵¹ Brower-Clemence, *Methods of Celestial Mechanics*, New York, 1961, R. H. Dicke, 'Remarks on the Observational Basis of General Relativity', *Gravitation and Relativity*, ed. H. U. Chiu and W. F. Hoffman, New York, 1964, 1-16. Para una discusión más detallada de algunas dificultades de la mecánica clásica celeste, cf. J. Chazy, *La Théorie de la relativité et la Mécanique céleste*, vol. I, capítulos 4 y 5, París, 1928.

⁵² Cf. Max Jammer, *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*, New York, 1966, sección 22. Para un análisis del tema cf. sección 30/2 de Lakatos, 'Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes', *Criticism and the Growth of Knowledge*, ed. Lakatos-Musgrave, Cambridge, 1970 (Trad. en Grijalbo).

⁵³ W. Kaufmann, 'Über die Konstitution des Elektrons', *Ann. Phys.*, núm. 19, 1906, 487. Kaufmann estableció su conclusión de forma inequívoca, y subrayó: 'Los resultados de las mediciones no son compatibles con el supuesto fundamental de Lorentz y Einstein'. La reacción de Lorentz fue '... es muy probable que tengamos que abandonar esta idea por completo' (*Theory of Electrons*, 2ª edición, 213). Ehrenfest escribió: 'Kaufmann demuestra que el electrón deformable de Lorentz queda eliminado por las mediciones' ('Zur Stabilitätsfrage bei den Bucherer-Langevin Elektronen', *Phys. Zs.*, vol. 7, 1906, 302). Las reservas de Poincaré para aceptar la 'nueva mecánica' de Lorentz pueden explicarse, en parte al menos, por el resultado del experimento de Kaufmann, cf. *Science and Method*, New York, 1960, libro III, capítulo 2, sección V, donde se examina con detalle el experimento de Kaufmann, y la conclusión es: 'el principio de relatividad... no puede tener la importancia fundamental que se estaría inclinado a atribuirle'. Cf. también St. Goldberg, 'Poincaré's Silence and Einstein's Relativity', *British Journal of the History of Science*, vol. 5, 1970, 73 ss., y la bibliografía que lleva este artículo. Sólo Einstein consideró los resultados como 'improbables porque su supuesto básico, del que se deduce la masa del electrón en movimiento, no está sugerido por sistemas teóricos que abarquen complejos más amplios de fenómenos' (*Jahrbuch der Radioaktivität und Elektrizität*, vol. 4, 1907, 439). Lorentz estudió la obra de Miller

dentamente satisfactoria que sea en algunos dominios (ver, sin embargo, las observaciones que haremos después), falló en 10" al explicar el movimiento de los nodos de Venus y más de 5" en el movimiento de los nodos de Marte⁵⁴; además, en la actualidad se encuentra con nuevas 'dificultades, debidas a los nuevos cálculos sobre el movimiento de Mercurio realizados por Dicke y otros'⁵⁵. Todas estas dificultades son dificultades cuantitativas que pueden resolverse descubriendo un conjunto mejor de números, pero no nos obligan a realizar reajustes cualitativos⁵⁶.

durante muchos años, pero no pudo encontrar la dificultad. Sólo en 1955, 25 años después de haber terminado Miller sus experimentos, se encontró una explicación satisfactoria de los resultados de Miller, cf. R. S. Shankland, 'Conversations with Einstein'. *Am. Journ. Phys.*, vol. 31, 1963, 47-57, en especial página 51, así como notas 19 y 34; cf. también la discusión, que no llega a conclusión alguna, de la 'Conference on the Michelson-Morley Experiment', *Astrophysical Journal*, vol. 68, 1928, 341 ss.

⁵⁴ J. Chazy, *op. cit.*, 230.

⁵⁵ Ver R. H. Dicke, *op. cit.* Obsérvese que las correcciones posteriores de Dicke no invalidan el argumento de que las teorías superadas (tales como la mecánica celeste clásica) pueden usarse para la crítica de sus sustitutas más satisfactorias (relatividad general). Además, Dicke constituyó un peligro temporal y eso es todo lo que necesitamos saber.

⁵⁶ Herbert Feigl (*Minnesota Studies*, 5, 1971, 7) y Karl Poppe (*Objective Knowledge*, 78) han intentado hacer de Einstein un falsacionista ingenuo. Feigl escribe: 'Si es cierto que Einstein se apoyó en la «belleza», «armonía», «simetría» y «elegancia» al construir... su teoría general de la relatividad, debe recordarse, sin embargo, que también dijo (en una conferencia leída en Praga en 1920 —yo estuve presente, y era entonces un estudiante muy joven): «si las observaciones del desplazamiento hacia el rojo en el espectro de las estrellas masivas no resultan cuantitativamente concordantes con el principio de la relatividad general, entonces mi teoría quedará reducida a polvo y cenizas». Popper escribe: 'Einstein dijo que si el efecto del desplazamiento hacia el rojo... no fuera observado en el caso de las enanas blancas, su teoría de la relatividad general quedaría refutada'.

Popper no señala la fuente de su cita, y es muy probable que la haya tomado de Feigl. Pero la anécdota de Feigl, y su repetición por Popper, están en conflicto con las numerosas ocasiones en que Einstein ha subrayado que 'el fundamento de esta cuestión' ('die Vernunft der Sache') trasciende 'la verificación por medio de unos pocos efectos', y esto no sólo en observaciones casuales durante una conferencia sino en sus escritos. Cf. las citas de la nota 63 de antes, que se refieren a las dificultades de la teoría especial de la relatividad y son anteriores a la conferencia que presenció Feigl. Cf. también las cartas a M. Besso y a K. Seelig citadas por G. Holton en 'Influences on Einstein's Early Work', *Organon*, núm. 3, 1966, 342, y K. Seelig, *Albert Einstein*, Zürich, 1960, 271. En 1952 Born escribe a Einstein (*Born Einstein Letters*, New York, 1971, 190, refiriéndose al análisis de Freundlich sobre la inflexión de la luz cerca del sol y el desplazamiento al rojo): 'parece ser que su fórmula no es completamente correcta, y parece aún peor en el caso del desplazamiento al rojo (el caso crucial al que se refieren Feigl y Popper: éste es mucho menor que el valor teórico cerca del centro del disco solar, y mucho mayor en los bordes... ¿Podría ser esto un indicio de no-linealidad?' Einstein contestó (carta del 12 de Mayo de 1952, *op. cit.*, 192): 'Freundlich... no me preocupa lo más mínimo.

El segundo caso, el caso de los fracasos cualitativos, es menos familiar pero de mucho mayor interés. En este caso, una teoría es inconsistente no con un hecho recóndito, que puede descubrirse con la ayuda de complejos aparatos que sólo conocen los expertos, sino con circunstancias fáciles de percibir y que son familiares a todo el mundo.

El primer ejemplo, y en mi opinión el más importante de una inconsistencia de esta clase lo constituye la teoría de Parménides referente al Uno incambiable y homogéneo, pues casi todo lo que conocemos y experimentamos lo contradice. Esta teoría tiene muchas cosas en su favor⁵⁷ y desempeña un papel incluso hoy día, por ejemplo en la teoría general de la relatividad. Empleada de forma poco desarrollada por Anaximandro, condujo al descubrimiento, repetido por Heisenberg⁵⁸ en su teoría de las partículas elementales, de que la substancia básica, o los elementos básicos del universo, no pueden regirse por las mismas leyes por las que se rigen los elementos visibles. La teoría fue fortalecida por los argumentos de Zenón, quien expuso las dificultades inherentes a la idea de un continuo formado por elementos aislados. Aristóteles tomó en serio los argumentos de Zenón y desarrolló su propia teoría del continuo⁵⁹. Sin embargo, el concepto de continuo como

Aun cuando la desviación de la luz, el movimiento perihelial o el desplazamiento de línea fueran desconocidos, las ecuaciones de la gravitación continuarían siendo convincentes porque eluden el sistema inercial (el fantasma que influye sobre todo y no es influido por nada). *Es realmente extraño que los hombres sean, por lo general, insensibles a los más fuertes argumentos mientras que siempre están inclinados a sobrevalorar la exactitud de las mediciones*' (el subrayado es mío). ¿Cómo hay que explicar este conflicto entre el testimonio de Feigl y los escritos de Einstein? No puede explicarse por un cambio de actitud en Einstein. Su actitud irrespetuosa hacia la observación y los experimentos se encuentra presente en sus escritos, como hemos visto, desde el principio. Podría explicarse o bien como un error de Feigl, o bien como otro ejemplo del 'oportunismo' de Einstein (cf. texto referente a nota 6 de la *Introducción*).

⁵⁷ Para una defensa de los planteamientos de Parménides cf. mi 'In Defence of Classical Physics', *loc. cit.*; cf. también la sección sobre Parménides de mi *Einführung in die Naturphilosophie*.

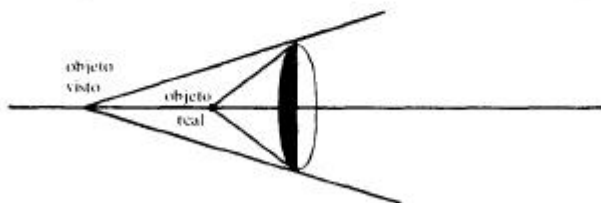
⁵⁸ W. Heisenberg, 'Der gegenwärtige Stand der Theorie der Elementarteilchen', *Naturwissenschaften*, núm. 42, 1955, 640 ss. Para una exposición comprehensiva de la filosofía de Heisenberg, cf. Herbert Hörz, *Werner Heisenberg und die Philosophie*, Berlín, 1966.

⁵⁹ *Física*, libro VI, *De Coelo*, 309 a 355; *De Generatione et corruptione*, 316 a. La teoría aristotélica del continuo parece estar estrechamente relacionada con su empirismo. Sin embargo, el 'empirismo' de Aristóteles no es un dogma filosófico; constituye una hipótesis cosmológica claramente formulada (informa, respecto del cambio, qué clase de proceso se supone que es la experiencia) y conduce, entre otras cosas, a la solución de problemas que fueron planteados por otras tradiciones

una colección de elementos persistió y continuó usándose a pesar de sus dificultades obvias, hasta que estas dificultades fueron casi eliminadas a principios del siglo veinte⁶⁰.

Otro ejemplo de teoría con defectos cualitativos, es la teoría newtoniana de los colores. Según esta teoría, la luz consiste en rayos de diferente refrangibilidad que pueden separarse, reunirse o refractarse, pero que no cambian nunca en su constitución interna, y que poseen una extensión lateral muy pequeña en el espacio. Teniendo en cuenta que la superficie de los espejos es mucho más rugosa que la extensión lateral de los rayos, tenemos que la teoría de los rayos es inconsistente con la existencia de imágenes especulares (como reconoció el mismo Newton): si la luz está compuesta de rayos, entonces un espejo debería comportarse como una superficie rugosa, i. e. debería parecerse a una pared. Newton conservó su teoría eliminando la dificultad con la ayuda de una hipótesis *ad hoc*: 'La reflexión de un rayo se realiza, no por un solo punto del cuerpo reflector, sino por cierta propiedad del cuerpo que se encuentra difundida uniformemente por toda su superficie'⁶¹.

En el caso de Newton, la discrepancia cualitativa entre teoría y hechos fue eliminada por medio de una hipótesis *ad hoc*. En otros casos, ni siquiera se hace uso de esta débil maniobra: se conserva la teoría y *se intenta olvidar* sus fallos. Un ejemplo de esto lo constituye la actitud hacia la regla de Kepler según la que un objeto contemplado a través de una lente se percibe en el punto en



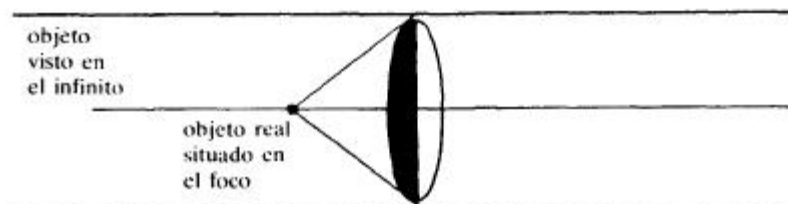
más 'metafísicas'. El problema del continuo parece ser uno de estos problemas. Para un sumario de opiniones sobre las paradojas de Zenón, cf. *Zeno's Paradoxes*, ed. Salmon, New York, 1970.

⁶⁰ Grünbaum, 'A Consistent Conception of the Extended Linear Continuum as an Aggregate of Unextended Elements', *Philosophy of Science*, núm. 19, 1952, 283; así como los artículos de Salmon, *op. cit.*

⁶¹ Sir Isaac Newton, *Optics*, libro 2, parte 3, proposición 8. New York, 1952, 266. Para un examen de este aspecto del método de Newton, cf. mi ensayo, 'Classical Empiricism', *op. cit.*

que se cortan los rayos que van desde la lente hacia el ojo⁶². Esta regla implica que un objeto situado en el foco se verá infinitamente lejos.

«Pero por el contrario, escribe Barrow, maestro y predecesor de Newton en Cambridge, comentando esta predicción⁶³, la experiencia nos asegura que (un punto situado cerca del foco) aparece a una distancia variable con arreglo a las diferentes situaciones del ojo... y casi nunca aparece más lejos de lo que aparecería si fuese contemplado con el ojo desnudo; sino que, por el contrario, algunas veces aparece mucho más cerca... Todo lo cual parece repugnar a nuestros principios». 'Pero por lo que a mí se refiere', continúa Barrow, 'ni ésta ni ninguna otra dificultad ejercerá tanta influencia sobre mí como para hacerme renunciar a lo que sé que concuerda de modo manifiesto con la razón'.



Barrow *menciona* las dificultades cualitativas, y *afirma* que, a pesar de ello, conservará la teoría. No es éste el procedimiento usual. El procedimiento más común consiste en olvidar las dificultades, no hablar nunca de ellas, y proceder como si la teoría fuese impecable. Esta actitud es hoy muy corriente.

Así, por ejemplo, la electromecánica clásica de Maxwell y Lorentz *implica* que el movimiento de una partícula libre es auto-acelerado⁶⁴. Considerando la autoenergía del electrón se obtienen

⁶² Johannes Kepler, *Ad Vitellionem Paralipomena*, *Johannes Kepler Gesammelte Werke*, vol. 2, München, 1939, 72. Para un examen detallado de la regla de Kepler y de su influencia, ver Vasco Ronchi, *Optics: The Science of Vision*, New York, 1957, capítulos 43 ss.; cf. también capítulos 9-11 ss.

⁶³ *Lectiones XVIII Cantabrigiae in Scholio publicis habitae in quibus Optocorum Phenomenon genuinae Rationes investigantur ac exponuntur*, London, 1669, 125. Este pasaje fue utilizado por Berkeley en su ataque a la óptica 'objetivista' tradicional (*An Essay towards a new Theory of vision*, obras, vol. I, ed. Frazer, London, 1901, 137 ss.).

⁶⁴ Suponiendo que M sea la masa observada de la partícula cargada, obtenemos

expresiones divergentes para cargas punto, mientras que las cargas de extensión finita sólo pueden hacerse concordar con la relatividad añadiendo tensiones e impulsos incontrastables en el interior del electrón⁶⁵. El problema reaparece en la teoría cuántica, aunque en ésta suele estar parcialmente oculto por la «renormalización». Este procedimiento consiste en eliminar los resultados de ciertos cálculos y sustituirlos por una descripción de lo que realmente se observa. De este modo se admite, implícitamente, que la teoría tiene dificultades puesto que se formula de una manera que sugiere que se ha descubierto un nuevo principio⁶⁶. No hay que extrañarse mucho de que autores filosóficamente poco sofisticados tengan la impresión de que 'toda la evidencia apunta con precisión implacable en la... dirección... [de que] todos los procesos que

para su aceleración en el tiempo t el valor

$$b(t) = b(0) \cdot \exp \left[\frac{3}{2} \frac{Mc^3}{e^2} \right] t.$$

Cf. D. H. Sen, *Fields and/or Particles*, New York, 1968, 10. Para esta dificultad particular, cf. también H. R. Post, 'Correspondence, Invariance and Heuristics' in *Studies in the History and Philosophy of Science*, November, 1971, nota 14. La afirmación de Post de que la física, en cuanto ciencia, 'es considerablemente insatisfactoria', p. 219, y su afirmación de que comparativamente 'la botánica tiene un poder predictivo bastante bueno en su propio campo de aplicación' nota 14, concuerdan con mi propia opinión e insinúan que la ciencia aristotélica, tomada en su conjunto, quizás fuera más adecuada que sus más abstractas sucesoras. No obstante, mis discrepancias con Post son muchas e importantes. Se aconseja al lector que lea su brillante ensayo como antídoto parcial contra el punto de vista que yo me propongo defender.

⁶⁵ Cf. W. Heitler, *The Quantum Theory of Relation*, Oxford, 1954, 31.

⁶⁶ Aparte de esta objeción metodológica, existen también dificultades factuales. Cf. la discusión de la duodécima Solvay Conference, *The Quantum Theory of Fields*, New York, 1962, en especial las contribuciones de Heitler y Feynman. En la actualidad (1971) la situación es exactamente la misma, cf. Brodsky y Drell, 'The Present Status of Quantum Electrodynamics', *Annual Review of Nuclear Science*, vol. 20. Palo Alto, 1970, 190. Los ejemplos de las notas 50-63 pueden usarse como base para el estudio de casos que realizaré en los capítulos 6-12 (Galileo y la Revolución Copernicana). Todo esto muestra que el caso de Galileo no es 'una excepción que caracteriza los inicios de la llamada revolución científica (G. Radnitzky, 'Theorienpluralismus Theorienmonismus' en *Der Methoden- und Theorienpluralismus in den Wissenschaften*, ed. Diemer, Meisenheim, 1971, 164), sino que es algo típico del cambio científico en todas las épocas. No obstante, estoy de acuerdo con Radnitzky en que 'hoy día', a saber, la física de 1960-1970, la situación tal vez sea algo diferente. La razón de tal diferencia consiste en que la física actual está pasando por un período de estancamiento: un enorme incremento de su volumen encubre una atroz miseria en nuevas ideas fundamentales. (Semejante estancamiento está relacionado con el hecho de que la física se está transformando de ciencia en negocio, y con el hecho de que los físicos jóvenes ya no usan la historia y la filosofía como instrumento de investigación).

implican... interacciones desconocidas se conforman a la ley cuántica fundamental⁶⁷.

Resulta también muy instructivo otro ejemplo de la física moderna, porque pudo haber conducido a un desarrollo completamente distinto de nuestro conocimiento del microcosmos. Ehrenfest ha probado un teorema según el cual la teoría clásica del electrón de Lorentz, tomada conjuntamente con el principio de equipartición, excluye el magnetismo inducido⁶⁸. El razonamiento es extremadamente simple: según el principio de equipartición, la probabilidad de un movimiento dado es proporcional a $\exp(-U/RT)$, donde U es la energía del movimiento. Ahora bien, la energía de un electrón moviéndose en un campo magnético constante B es, según Lorentz, $U = Q(E + V \times B) \cdot V$, donde Q es la carga de la partícula en movimiento, V su velocidad y E el campo eléctrico. Esta magnitud se reduce a $Q E V$ en todos los casos salvo que se esté dispuesto a admitir la existencia de polos magnéticos simples (Dado el contexto apropiado, este resultado apoya fuertemente las líneas y hallazgos experimentales del difunto Félix Ehrenhaft)⁶⁹.

A veces resulta imposible tener una visión general de todas las consecuencias interesantes, y descubrir los resultados absurdos de una teoría. Esto puede deberse a una deficiencia de los métodos matemáticos existentes; puede deberse también a la ignorancia de quienes defienden la teoría. En tales circunstancias, el procedimiento más común consiste en usar una teoría más antigua hasta cierto punto (que es a menudo completamente arbitrario) e introducir la nueva teoría para refinamientos de cálculo. Considerado desde un punto de vista metodológico, este procedimiento es una verdadera pesadilla. Vamos a explicarlo utilizando el cálculo relativista de la trayectoria de Mercurio como ejemplo.

El perihelio de Mercurio se desplaza aproximadamente a una velocidad de 5600" cada cien años. De este valor, 5026" son

⁶⁷ Rosenfeld en *Observation and Interpretation*, London, 1957, 44.

⁶⁸ Bohr se percató de esta dificultad en su tesis doctoral, cf. Niels Bohr, *Collected Works*, vol. I, Amsterdam, 1972, 158, 381. Bohr indica aquí que los cambios de velocidad debidos a cambios en el campo externo se igualarían después de que el campo quedara establecido de forma tal que no pudiese surgir ningún efecto magnético. Cf. también Heilbron y T. S. Kuhn, 'La Génesis del Atomo de Bohr', *Historical Studies in The Physical Sciences*, nm. 1, 1969, 221. El argumento del texto está tomado del 'The Frynman Lectures', vol. 2, California-Londres, 1965, capítulo 34.6. Para una exposición algo más clara cf. R. Becker, *Theorie der Elektrizität*, Leipzig, 1949, 132.

⁶⁹ Ver nota 25 del capítulo 3.

geométricos y tienen que ver con el movimiento del sistema de referencia, mientras que 575'' son dinámicos y se deben a perturbaciones del sistema solar. De estas perturbaciones, todas excepto los famosos 43'' son explicadas por la mecánica clásica. Así es como habitualmente se explica la situación.

Esta explicación muestra que la premisa de la que derivaremos los 43'' no es la teoría general de la relatividad más condiciones iniciales adecuadas. La premisa contiene la física clásica *además de* cualesquiera que sean los supuestos relativistas que se hagan. Además, el cálculo relativista, la llamada «solución de Schwarzschild», no considera el sistema planetario tal y como existe en el mundo real (i. e. nuestra propia galaxia asimétrica); sino que considera el caso completamente ficticio de un universo con simetría central que contiene una singularidad en el centro y nada más. ¿Qué razones hay para el uso de semejante desatinada conjunción de premisas?

La razón, según una respuesta habitual, radica en que tratamos con aproximaciones. Las fórmulas de la física clásica no aparecen porque la relatividad sea incompleta. Ni se usa el caso de simetría central porque la relatividad no ofrezca nada mejor. Ambos esquemas se derivan de la teoría general en circunstancias especiales que se realizan en nuestro sistema planetario *siempre que* emitamos magnitudes que sean demasiado pequeñas como para ser tenidas en cuenta. En consecuencia, la teoría de la relatividad se usa en toda su amplitud, y se usa de una manera adecuada.

Obsérvese cómo difiere esta idea de aproximación de la idea legítima. Usualmente se dispone de una teoría, se es capaz de calcular el caso particular en que se está interesado, se advierte que este cálculo conduce a magnitudes por debajo de la precisión experimental, se omiten tales magnitudes y se obtiene un formalismo enormemente simplificado. En el caso presente, realizar las aproximaciones requeridas significaría calcular el problema de todos los n -cuerpos de modo relativista (incluidas las resonancias de largo período entre diferentes órbitas planetarias), omitiendo las magnitudes menores que la precisión alcanzada por observación, y mostrando que la teoría así recortada coincide con la mecánica celeste clásica según quedó corregida por Schwarzschild. Nadie ha utilizado este procedimiento, simplemente porque el problema relativista de los n -cuerpos se ha resistido hasta ahora a toda solución. Ni siquiera hay soluciones aproximadas para problemas

importantes tales como, por ejemplo, el problema de la estabilidad (el primer gran obstáculo de la teoría de Newton). Así pues, la parte clásica de la explicación no se introduce sólo por conveniencia, sino que es *absolutamente necesaria*. Y las aproximaciones hechas no son resultado del cálculo relativista, se introducen para hacer que la relatividad se ajuste al caso. Pueden llamarse con toda propiedad *aproximaciones ad hoc*.

Las aproximaciones *ad hoc* abundan en la física matemática moderna. Desempeñan un papel muy importante en la teoría cuántica de campos y constituyen un ingrediente esencial del principio de correspondencia. Por el momento no nos interesan las razones que puedan aducirse a favor de este hecho, sólo nos interesan sus consecuencias: las aproximaciones *ad hoc* ocultan, incluso eliminan por completo, las dificultades cualitativas. Producen una impresión falsa acerca de las excelencias de nuestra ciencia. Se sigue de ello que un filósofo que quiera estudiar la adecuación de la ciencia en cuanto representación del mundo, o que quiera construir una metodología científica realista, ha de examinar la ciencia moderna con una cautela especial. En muchos casos, la ciencia moderna es más opaca, y mucho más engañosa, que sus antepasados hasta los siglos XVI y XVII.

Como último ejemplo de dificultades cualitativas, he de mencionar otra vez la teoría heliocéntrica en tiempos de Galileo. Pronto vamos a tener ocasión de demostrar que esta teoría era inadecuada tanto cualitativa como cuantitativamente y que, además, era filosóficamente absurda.

Para resumir esta breve e incompleta lista: dondequiera que miremos, siempre que tengamos un poco de paciencia y seleccionemos nuestra evidencia sin prejuicios, encontraremos que las teorías fracasan en el intento de reproducir adecuadamente ciertos resultados *cuantitativos* y son *cualitativamente incompetentes* en un grado sorprendente. La ciencia nos proporciona teorías de gran belleza y sofisticación. La ciencia moderna ha desarrollado estructuras matemáticas que sobrepasan todo lo que ha existido hasta ahora en coherencia y generalidad. Pero, para lograr este milagro, todas las dificultades existentes han tenido que ser reducidas a la relación entre teoría y hechos⁷⁰, y han tenido que ser encubiertas

⁷⁰ La obra de von Neumann en mecánica cuántica constituye un ejemplo especialmente instructivo de este procedimiento. Para conseguir una prueba satisfactoria

mediante aproximaciones *ad hoc*, o por otros procedimientos.

Siendo esto así, ¿qué haremos con el requisito metodológico de que una teoría debe juzgarse por la experiencia y debe rechazarse si contradice enunciados básicos adoptados? ¿Qué actitud adoptar ante las varias teorías de la confirmación y la corroboración que descansan, todas ellas, en la suposición de que las teorías pueden alcanzar un acuerdo completo con los hechos conocidos y utilizan el grado de acuerdo alcanzado como principio de evaluación? Este requisito y estas teorías nos parecen ahora completamente inútiles, son tan inútiles como una medicina que cura a los pacientes sólo si se encuentran libres de bacterias. En la práctica no son nunca obedecidas por nadie. Los metodólogos pueden señalar la importancia de las falsaciones, pero ellos usan alegremente teorías falsadas; pueden echar sermones sobre lo importante que es considerar toda la evidencia relevante, pero nunca mencionan aquellos grandes y drásticos hechos que muestran que las teorías que ellos admiran y aceptan, como la teoría de la relatividad o la teoría cuántica, quizá sean tan pobres como las teorías más antiguas que ellos rechazan. En la práctica, los metodólogos repiten como esclavos las declaraciones más recientes de los líderes de la física, aunque al hacerlo violen algunas reglas básicas de su propio oficio. ¿Es posible proceder de una manera más razonable? ¡Veámoslo!⁷¹.

del teorema de expansión en el Espacio de Hilbert, von Neumann sustituye las nociones cuasi-intuitivas de Dirac (y de Bohr) por nociones más complejas de creación propia. Las relaciones teóricas entre estas nociones son accesibles a un planteamiento más riguroso que las relaciones teóricas entre las nociones que las precedieron ('más riguroso' desde el punto de vista de von Neumann y seguidores). Ello no ocurre así con las relaciones entre dichas nociones y los procedimientos experimentales. Para la gran mayoría de observables, no es posible especificar ningún tipo de instrumentos de medida (Wigner, *American Journal of Physics*, vol. 31, 1963, 14), y cuando la especificación resulta posible se hace necesario modificar de forma arbitraria leyes bien conocidas e irrefutadas o, en otro caso, aceptar que algunos problemas muy corrientes de la mecánica cuántica, tal como el problema de la dispersión no tienen solución (J. M. Cook, *Journal of Mathematical Physics*, vol. 36, 1957). De este modo, la teoría se ha convertido en un verdadero monstruo de rigor y precisión, mientras que sus relaciones con la experiencia son más oscuras que nunca. Resulta interesante comprobar que en el 'pensamiento primitivo' se dan también desarrollos similares. 'La característica más sorprendente de la adivinación de la arena Nupe', escribe S. F. Nader en *Nupe Religion*, 1954, 63, 'es el contraste que existe entre su presuntuoso sistema teórico y su primitiva y desmañada aplicación práctica'. No había necesidad de la ciencia para que se produjesen pesadillas a lo von Neumann.

⁷¹ La existencia de dificultades cualitativas, o 'bolsas de resistencia' (San Agustín, *Contra Julianum*, V, XIV, 51; *Migne*, vol. 44) fue utilizada por los padres de la Iglesia para disipar las objeciones que la ciencia de su tiempo planteaba

De acuerdo con Hume, las teorías no pueden *derivarse* de los hechos. El requisito de aceptar sólo aquellas teorías que se sigan de los hechos nos deja sin ninguna teoría. De aquí que la ciencia, *tal y como la conocemos*, sólo puede existir si abandonamos este requisito y revisamos nuestra metodología.

De acuerdo con nuestros presentes resultados, casi ninguna teoría es *consistente con los hechos*. El requisito de aceptar sólo aquellas teorías que son consistentes con los hechos disponibles y aceptados nos deja también sin ninguna teoría. (Repito: *sin ninguna teoría*, pues no existe ni una sola teoría que no tenga una dificultad u otra). De aquí que una ciencia, tal y como la conocemos, sólo puede existir si abandonamos este requisito también y revisamos de nuevo nuestra metodología, *admitiendo ahora la contra-inducción además de aceptar hipótesis no fundadas*. El método correcto no debe contener reglas que nos obliguen a elegir entre teorías *sobre la base de la falsación*. Por el contrario, las reglas de dicho método deben hacer posible elegir entre teorías que ya fueron contrastadas y resultaron *falsadas*.

Pero demos un paso más. No se trata sólo de que hechos y teorías estén en constante desacuerdo, sino que nunca se encuentran tan claramente separadas como todo el mundo pretende. Las reglas metodológicas hablan de 'teorías', 'observaciones' y 'resultados experimentales' como si se tratase de objetos claramente delimitados y bien definidos, cuyas propiedades son fácilmente evaluables, y que son entendidos del mismo modo por todos los científicos.

Sin embargo, el material que un científico tiene realmente a su disposición, sus leyes, sus resultados experimentales, sus técnicas matemáticas, sus prejuicios epistemológicos, su actitud hacia las consecuencias observadas de las teorías que él acepta, este material es indeterminado y ambiguo de muchas maneras, y *nunca está completamente separado de la base histórica*. Este material está siempre contaminado por principios que el científico no conoce y que, caso de conocerlos, serían extremadamente difíciles de contrastar. Puntos de vista cuestionables sobre el conocimiento, como el de que nuestros sentidos, utilizados en circunstancias normales, proporcionan información fiable acerca del mundo, pueden invadir

contra algunos aspectos de la fe cristiana, tales como la resurrección de Cristo (considerada incompatible con la física por Porfirio).

el mismo lenguaje observacional, estableciendo los términos observacionales y la distinción entre apariencias verídicas y apariencias ilusorias. Resultado de ello es que los lenguajes observacionales pueden quedar atados a viejos niveles de especulación que afectan, de esta forma indirecta, incluso a la metodología más progresiva. (Ejemplo: el sistema de espacio-tiempo absolutos de la física clásica que fue codificado y consagrado por Kant). La impresión sensorial, por simple que sea, siempre contiene una componente que expresa la reacción fisiológica del organismo receptor y que no tiene ningún correlato objetivo. Esta componente 'subjetiva' se fusiona a menudo con el resto y forma un todo sin estructurar que luego ha de ser subdividido desde fuera con la ayuda de procedimientos conrainductivos. (Un ejemplo de esto lo constituye la contemplación de una estrella fija por el ojo desnudo, que contiene los efectos subjetivos de radiación, difracción, difusión, limitados por la inhibición lateral de los elementos adyacentes de la retina). Por último, existen premisas auxiliares que son necesarias para derivar conclusiones contrastables y que ocasionalmente constituyen auténticas *ciencias auxiliares*.

Consideremos el caso de la hipótesis copernicana, cuya invención, defensa y parcial reivindicación iba contra casi toda regla metodológica que pudiera preocupar hoy día. Las ciencias auxiliares contenían en este caso leyes que describían las propiedades y la influencia de la atmósfera terrestre (meteorología); leyes ópticas que versaban sobre la estructura del ojo y de los telescopios, y sobre el comportamiento de la luz; y leyes dinámicas que describían el movimiento de los sistemas móviles. Y lo que es más importante, las ciencias auxiliares contenían una teoría del conocimiento que postulaba cierta relación simple entre percepciones y objetos físicos. No todas estas disciplinas auxiliares estaban disponibles de forma explícita. Muchas de ellas estaban fusionadas con el lenguaje observacional, y conducían a la situación descrita al principio del párrafo precedente.

La consideración de todas estas circunstancias, términos observacionales, núcleo sensorial, ciencias auxiliares, sustrato especulativo, sugiere que una teoría puede ser inconsistente con la evidencia, no porque no sea correcta, *sino porque la evidencia esté contaminada*. La teoría se ve amenazada, o bien porque la evidencia contiene sensaciones no analizadas que sólo corresponden en parte a procedimientos externos, o bien porque dicha evidencia se

presenta en términos correspondientes a puntos de vista anticuados, o también porque es evaluada con ayuda de materias auxiliares poco sólidas. La teoría copernicana se vio en dificultades por causa de *todas* estas razones.

Es este *carácter histórico-fisiológico de la evidencia*, el hecho de que no describe meramente un estado de cosas objetivo, sino que también expresa *un punto de vista subjetivo, mítico, y hace tiempo olvidado*, que concierne a este estado de cosas, lo que nos obliga a echar una ojeada nueva a la metodología. Este carácter de la evidencia nos muestra que sería extremadamente imprudente dejar que la evidencia juzgue directamente nuestras teorías sin mediación alguna. Un juicio directo e indiscriminado de las teorías por los 'hechos' está sujeto a eliminar ideas *simplemente porque no se ajusten al sistema de alguna cosmología más antigua*. Dar por garantizados los resultados y observaciones experimentales y dejar caer todo el peso de la prueba sobre la teoría, significa dar por garantizada la ideología observacional sin haberla examinado nunca, (obsérvese que se supone que los resultados observacionales han sido obtenidos con el máximo cuidado posible. De aquí que 'dar las observaciones, etc., por garantizadas' significa 'darlas por *garantizadas después* del más cuidadoso examen de su fiabilidad': pues incluso el más cuidadoso examen de un enunciado observacional no interfiere con los conceptos en cuyos términos se expresa, o con la estructura de la imagen sensorial).

Ahora bien, ¿cómo puede sernos posible examinar algo que estamos utilizando todo el tiempo y que presuponemos en cada enunciado? ¿Cómo podemos criticar los términos en los que expresamos habitualmente nuestras observaciones? Vamos a verlo.

El primer paso en nuestra crítica de los conceptos comúnmente usados consiste en crear una medida de crítica, algo con lo que estos conceptos puedan *compararse*. Más tarde, desde luego, desearemos saber algo más acerca de la vara de medir en sí misma; por ejemplo, desearemos saber si es mejor que, o tal vez no tan buena como, el material examinado. Pero para comenzar *este* examen debe haber en primer lugar una vara de medir. Por ello, el primer paso en nuestra crítica de conceptos habituales y reacciones habituales va a consistir en salirse del círculo, ya sea inventando un nuevo sistema conceptual, por ejemplo una nueva teoría, que entre en conflicto con los resultados observacionales más cuidadosamente establecidos y lleve la confusión hasta los principios teó-

ricos más plausibles, ya sea importando semejante sistema de fuera de la ciencia, de la religión, de la mitología, de las ideas de los incompetentes⁷², o de las incoherencias de los locos. Este paso es, de nuevo, conrainductivo. La conrainducción es por lo tanto dos cosas: *un hecho* —la ciencia no podría existir sin ella— y un *paso* legítimo y muy necesario en el juego de la ciencia.

⁷² Resulta interesante comprobar que Filolao, que despreciaba la evidencia de los sentidos y puso la tierra en movimiento, era 'un confusionista no matemático. Fue el confusionista quien tuvo el coraje, que faltaba en muchos grandes observadores y en muchos científicos matemáticamente bien informados, de despreciar la evidencia inmediata de los sentidos para continuar siendo consecuente con los principios en los que creía firmemente'. K. von Fritz, *Grundprobleme der geschichte der antiken Wissenschaft*, Berlin-New York, 1971, 165. 'No hay por qué extrañarse, pues, de que el siguiente paso en este camino se deba a un hombre cuyos escritos, hasta donde yo los conozco, lo revelan como un divulgador y estilista habilidoso con ocasionales ideas interesantes de su propia cosecha, y no como un pensador profundo o un científico exacto', *op. cit.*, 184. Los confusionistas e intelectuales superficiales se *ponen en cabeza*, mientras los pensadores 'profundos' *descienden* a las oscuras regiones del *statu quo* o, para decirlo de otra manera, se quedan estancados en el lodo.

6

Como ejemplo de semejante intento examino el argumento de la torre que los aristotélicos utilizaron para refutar el movimiento de la Tierra. Este argumento involucra interpretaciones naturales: ideas tan estrechamente unidas con observaciones que se necesita un esfuerzo especial para percatarse de su existencia y determinar su contenido. Galileo identifica las interpretaciones naturales que son inconsistentes con Copérnico y las sustituye por otras.

Me parece que (Galileo) está lleno de continuas digresiones, y que no llega a explicar todo lo que es relevante en cada punto; ello demuestra que no las ha examinado por orden, y que sólo buscaba razones para conseguir efectos particulares, sin detenerse a considerar... las primeras causas...; en consecuencia, ha edificado sin fundamentos.

DESCARTES

(En realidad) no pretendo condensar las doctrinas filosóficas en la menor extensión posible de espacio, ni adoptar ese estilo rígido, conciso y desabrido, el estilo desprovisto de cualquier ornamento que los geómetras puros consideran propio, los cuales no emplean una sola palabra que no les venga impuesta por estricta necesidad... No creo que sea un defecto hablar de muchas y diferentes cosas, incluso en aquellos tratados que se ocupan de un solo tema... pues estoy convencido de que lo que otorga grandeza, nobleza y excelencia a nuestras acciones y descubrimientos no depende de lo que es necesario —aunque su ausencia sería un gran error— sino de lo que no lo es...

GALILEO

Pero si el común de la gente estima que la pretensión de los dialécticos sutiles es nada menos que conmover los fundamentos

del bien público, parece no solamente conforme a la prudencia sino además lícito y aun honroso venir en auxilio de la buena causa con razones ficticias antes que dejar a sus presuntos adversarios la ventaja...

KANT⁷³

Como ilustración concreta y como base para posterior discusión, describiré ahora brevemente el modo como Galileo desenmascaró un importante argumento contra la idea del movimiento de la Tierra. Digo 'desenmascaró' y no 'refutó', porque estamos tratando tanto con un sistema conceptual en trance de cambiar como con determinados intentos de ocultación.

Según el argumento que convenció a Tycho, y que se utiliza contra el movimiento de la Tierra por el mismo Galileo en su *Trattato della sfera*, la observación muestra que «los cuerpos pesados... que caen desde una altura, lo hacen según una línea recta y vertical a la superficie de la Tierra. Este registro observacional se considera como un argumento irrefutable en favor de que la Tierra no se mueve. Porque si tuviese un movimiento de rotación diurno, al dejar caer una piedra desde lo alto de una torre, ésta, transportada por el giro de la Tierra, habría viajado muchos cientos de

⁷³ Estas tres citas corresponden a: Descartes, carta a Mersenne del 11 de Octubre de 1638, *Oeuvres*, II, 380. Galileo, carta a Leopoldo de Toscana de 1640, generalmente citada con el título *Sul Candor Lunare*, *Edizione Nazionale*, VIII, 491. Para una discusión detallada del estilo de Galileo en relación con su filosofía natural, cf. L. Olschki, *Galileo und seine Zeit: Geschichte der neusprachlichen Wissenschaftlichen Literatur*, vol. III, Halle, 1927, reimpresso en Vaduz, 1965. La carta a Leopoldo se cita y examina en 455 ss.

La carta de Descartes es analizada por Salmon como ejemplo de la polémica entre racionalismo y empirismo en 'The Foundations of Scientific Inference', *Mind and Cosmos*, ed. Colodny, Pittsburgh, 1966, 136. Debería considerarse, más bien, como ejemplo de la polémica entre metodologías dogmáticas y metodologías oportunistas, sin olvidar que el empirismo puede ser tan estricto e inflexible como los más rigurosos racionalismos.

La cita de Kant es de la *Crítica de la Razon Pura*, B 777, 8 ss. (el haberme fijado en esta cita se lo debo al escrito del profesor Stanley Rosen en el *Simposio sobre Platón*). Kant continúa: 'Sin embargo me gustaría pensar que no existe nada que sea menos conveniente al propósito de defender una buena causa que el subterfugio, la imaginación y el engaño. Si se pudiese dar esto por supuesto, la batalla de la razón especulativa... ya habría terminado hace mucho tiempo, o estaría a punto de terminarse. Pero la pureza de una causa a menudo se encuentra en relación inversa con su verdad...' Cabría observar además, que Kant explica el origen de la *civilización* sobre la base de pasos desmañados que 'tienen la función de elevar la humanidad sobre su rudo pasado'. Ideas similares aparecen en la explicación kantiana de la historia del mundo.

metros hacia el este en el tiempo que la piedra emplearía en su caída, y la piedra debería chocar con la tierra en un punto que, estuviese a esa distancia del pie de la torre»⁷⁴.

Al examinar este argumento, Galileo admite inmediatamente lo correcto del contenido sensorial de la observación realizada, a saber, que «los cuerpos pesados... que caen desde una altura lo hacen perpendicularmente a la superficie de la Tierra»⁷⁵. Refiriéndose a un autor (Chiaramonti) que pretende convertir a los copernicanos mencionando repetidamente este hecho, Galileo dice: 'Ojalá este autor no se hubiese molestado tanto intentando hacernos comprender a partir de nuestros sentidos que el movimiento de los cuerpos que caen es un simple movimiento rectilíneo y no de otra clase, ni se queje y enfade porque una cosa tan clara, obvia y manifiesta, tenga que ser puesta en duda. Pues de este modo el autor da a creer que aquellos que dicen que tal movimiento no es rectilíneo en absoluto, sino circular, parece que ven la piedra moverse visiblemente describiendo un arco, puesto que él se dirige a sus sentidos en lugar de dirigirse a su razón para clarificar el efecto. No es éste el caso, Simplicio; pues justamente porque yo... nunca he visto, ni espero ver, que la piedra caiga de otro modo que perpendicularmente, por eso creo que así aparece a los ojos de todo el mundo. Por tanto, es mejor prescindir de la apariencia, en la que todos estamos de acuerdo, y hacer uso del poder de la razón para confirmar su realidad o para patentizar su falacia'⁷⁶. Lo correcto de la observación no se pone en duda. Lo que se cuestiona es su 'realidad' o su 'falacia'. ¿Qué se quiere decir con esta expresión?

La pregunta se contesta con un ejemplo que aparece en el párrafo siguiente, 'del que... se puede aprender con cuanta facilidad puede cualquiera resultar engañado por las simples apariencias o, digamos, por las impresiones de los propios sentidos. Este ejemplo es la apariencia, que sufren aquellos que van de noche por una calle, de ser seguidos por la luna con pasos iguales a los suyos, cuando la ven deslizarse por los aleros de los tejados. Les parece como si fuera un gato que corriese realmente por las tejas dejándolas detrás; una apariencia que, si no interviniera la razón, no haría más que engañar a los sentidos'.

⁷⁴ *Dialogue, op. cit.*, 126.

⁷⁵ *Ibid.*, 125.

⁷⁶ *Ibid.*, 256.

En este ejemplo, se nos pide que empecemos con una impresión sensorial y que consideremos un enunciado que es sugerido con fuerza por ella. (La sugerencia es tan fuerte que ha conducido a sistemas enteros de creencias y rituales, como resulta claramente de un estudio más detallado de los aspectos lunares de la brujería y de otras religiones). Entonces 'interviene la razón'; se examina el enunciado sugerido por la impresión y se consideran otros enunciados en su lugar. Esta actividad no cambia un ápice la naturaleza de la *impresión*. (Esto es sólo aproximadamente cierto, pero podemos omitir para nuestro presente propósito las complicaciones que surgen de la interacción de impresión y enunciado). Pero dicha actividad introduce nuevos enunciados observacionales y desempeña funciones nuevas, mejores o peores, en nuestro conocimiento. ¿Cuáles son las razones y los métodos que regulan semejante cambio?

Para empezar, tenemos que aclarar la naturaleza del fenómeno total: apariencia más enunciado. No se trata de dos actos distintos; uno, advertir el fenómeno; otro, expresarlo con ayuda del enunciado apropiado. Se trata de *un solo acto*, a saber, afirmar, en una cierta situación observacional 'la luna me está siguiendo' o 'la piedra cae en línea recta'. Desde luego, podemos subdividir de un modo abstracto este proceso en dos partes, y podemos también intentar crear una situación en la que enunciado y fenómeno parezcan estar psicológicamente separados y en espera de ser puestos en relación. (Lo cual es bastante difícil de conseguir y, tal vez, completamente imposible). Pero en circunstancias normales no se produce una división semejante; describir una situación familiar es, para el que habla, un acontecimiento en el que enunciado y fenómeno están firmemente pegados uno a otro.

Esta unidad es el resultado de un proceso de aprendizaje que empieza en la infancia de cada uno de nosotros. Desde muy pequeños aprendemos a reaccionar ante las situaciones con las respuestas apropiadas, lingüísticas o de otro tipo. Los procedimientos de enseñanza *dan forma* a la 'apariciencia' o al 'fenómeno', y establecen una firme *conexión* con las palabras de tal manera que al final los fenómenos parecen hablar por sí mismos sin ayuda exterior y sin conocimiento extrínseco a ellos. Los fenómenos son lo que los enunciados afirman que son. El lenguaje que 'hablan' está, desde luego, influido por la creencia de generaciones anteriores sustentadas durante tanto tiempo que no aparecen ya como

principios separados, sino que se introducen en los términos del discurso cotidiano, y, después del entrenamiento requerido, parecen emerger de las cosas mismas.

Llegados a este punto, podemos querer comparar, en nuestra imaginación y de forma totalmente abstracta, los resultados de la enseñanza de diferentes lenguajes que incorporan ideologías diferentes. Podemos querer cambiar conscientemente algunas de estas ideologías y adaptarlas a puntos de vista más 'modernos'. Es muy difícil decir cómo cambiaría esto nuestra situación, a no ser que hagamos el supuesto adicional de que la cualidad y estructura de las sensaciones (percepciones), o al menos la cualidad y estructura de aquellas sensaciones que forman parte del cuerpo de la ciencia, son independientes de su expresión lingüística. Dudo mucho de la validez incluso aproximada de este supuesto, que puede refutarse mediante ejemplos sencillos; estoy seguro de que nos privaremos de nuevos y sorprendentes descubrimientos mientras permanezcamos dentro de los límites definidos por semejante supuesto. A pesar de ello, y por el momento, voy a moverme muy conscientemente dentro de esos límites. (Mi primera tarea, si alguna vez continuara escribiendo sobre este punto, habría de consistir en explorar dichos límites y aventurarme más allá de ellos).

Después de haber hecho este simplificador supuesto adicional, podemos distinguir entre sensaciones y aquellas 'operaciones mentales que siguen tan de cerca a los sentidos'⁷⁷, y están tan firmemente conectadas con sus reacciones, que resulta difícil conseguir una separación. En consideración al origen y efecto de semejantes operaciones, las llamaré *interpretaciones naturales*.✧

En la historia del pensamiento, las interpretaciones naturales han sido consideradas bien como *presuposiciones a priori* de la ciencia, bien como *prejuicios* que deben eliminarse antes de empezar cualquier examen serio. El primer punto de vista es el de Kant y, de una manera muy diferente y sobre la base de talentos muy diferentes, el de algunos filósofos del lenguaje contemporáneos. El segundo punto de vista se debe a Bacon (que tuvo, sin embargo, predecesores, tales como los escépticos griegos).

Galileo es uno de esos raros pensadores que ni quiso *aferrarse* para siempre a las interpretaciones naturales ni quiso *eliminarlas* por completo. Los juicios absolutos de este tipo son completamente

⁷⁷ Francis Bacon, *Novum Organum*, Introducción.

extraños a su modo de pensar. Insiste en la *discusión crítica* para llegar a decidir qué interpretaciones naturales pueden conservarse y cuáles deben ser reemplazadas. Esto no siempre está claro en sus escritos, sino todo lo contrario. Los métodos de reminiscencia, a los que apela tan libremente, están ideados para producir la impresión de que nada ha cambiado y que continuamos expresando nuestras observaciones al modo antiguo y familiar. Sin embargo, resulta fácil descubrir su actitud: las interpretaciones naturales son *necesarias*. Los sentidos por sí solos, sin la ayuda de la razón, no pueden darnos una descripción verdadera de la naturaleza. Lo que hace falta para llegar a semejante descripción verdadera son 'los... sentidos, *acompañados del razonamiento*'⁷⁸. Además, en los argumentos que versan sobre el movimiento de la Tierra, es este razonamiento, es la connotación de los términos observacionales y no el mensaje de los sentidos o la apariencia, lo que produce dificultades. 'Por tanto, es mejor prescindir de la apariencia, en la que todos estamos de acuerdo, y hacer uso del poder de la razón para confirmar su realidad o para patentizar su falacia'⁷⁹. Confirmar la realidad o hacer patente la falacia de las apariencias significa, sin embargo, examinar la validez de aquellas interpretaciones naturales que están tan íntimamente conectadas con las apariencias que no pueden ser consideradas por más tiempo como suposiciones separadas. Voy a centrarme ahora en la primera interpretación natural que se encuentra implícita en el argumento sobre las piedras que caen.

Según Copérnico, el movimiento de una piedra que cae debería ser 'una mezcla de rectilíneo y circular'⁸⁰.

Por 'movimiento de la piedra', se entiende no su movimiento relativo a alguna señal visible en el campo visual del observador, es decir, su movimiento observado, sino su movimiento en el sistema solar o en el espacio (absoluto), es decir, su *movimiento real*. Los hechos familiares a los que se apela en el argumento establecen una clase diferente de movimiento, un simple movimiento vertical. Este resultado refuta la hipótesis copernicana sólo si el concepto de movimiento que ocurre en el enunciado observacional es el mismo que el concepto de movimiento que ocurre en la

⁷⁸ *Dialogue, op. cit.*, 255. El subrayado es mío.

⁷⁹ *Ibid.*, 256.

⁸⁰ *Ibid.*, 248.

predicción copernicana. Por tanto, el enunciado observacional 'la piedra cae en línea recta' debe referirse a un movimiento en el espacio absoluto, debe referirse a un movimiento real.

Ahora bien, la fuerza de 'un argumento sacado de la observación proviene del hecho de que los enunciados observacionales implicados están firmemente conectados con las apariencias. No tiene ninguna utilidad apelar a la observación si no se sabe cómo describir lo que se ve, o si no es posible expresar dicha descripción más que con vacilaciones, como si se acabase de aprender el lenguaje en el que se formula. Así pues, la producción de un enunciado observacional consta de dos sucesos psicológicos diferentes: 1) una sensación clara e inequívoca y 2) una *conexión* clara e inequívoca entre dicha sensación y partes de un lenguaje. Así es como se consigue hacer hablar a la sensación. ¿Las sensaciones del argumento anterior hablan el lenguaje del movimiento real?

Hablan el lenguaje del movimiento real dentro del contexto del pensamiento cotidiano del siglo XVII. Al menos esto es lo que Galileo nos dice. Galileo afirma que el pensamiento cotidiano de su época supone el carácter 'operativo' de *todo* movimiento, o, para emplear términos filosóficos bien conocidos, supone *un realismo ingenuo con respecto al movimiento*: excepto en el caso de ilusiones ocasionales e inevitables el movimiento aparente es idéntico al movimiento real (absoluto). Por supuesto esta distinción no se hace de modo explícito. No se hace primero la distinción entre movimiento aparente y movimiento real para conectarlos luego mediante una regla de correspondencia. Por el contrario, se describe, se percibe y se actúa con relación al movimiento como si fuese ya la cosa real. También es cierto que no siempre se procede de esta manera en todas las circunstancias. Se admite la posibilidad de objetos que tengan movimiento y que parecen no moverse; también se admite que ciertos movimientos son ilusorios (cf. el ejemplo de la luna que se menciona al principio de este capítulo). El movimiento aparente y el movimiento real no se identifican siempre. Sin embargo, se dan *casos paradigmáticos* en los que es psicológicamente muy difícil, por no decir imposible, admitir el engaño. El realismo ingenuo, por lo que al tema del movimiento se refiere, deriva su fuerza de estos casos paradigmáticos y no de las excepciones. Además, de estas situaciones aprendemos nuestro primer vocabulario cinemático. Desde la infancia aprendemos a reaccionar ante ella con conceptos que llevan incor-

porado el realismo ingenuo, y que unen de modo indisoluble movimiento y apariencia de movimiento. El movimiento de la piedra en el argumento de la torre, o el presunto movimiento de la tierra, constituye un caso paradigmático de este tipo. ¿Cómo podría pasar desapercibido el rápido movimiento de una cantidad tan enorme de materia como se supone que es la tierra! ¿Cómo podría pasar desapercibido el hecho de que una piedra que cae describe una trayectoria muy amplia a través del espacio! Desde el punto de vista del pensamiento y lenguaje del siglo xvii el argumento es, por tanto, impecable y de una gran fuerza. Adviértase, sin embargo, cómo hay *teorías* ('carácter operativo' de todo movimiento; carácter esencialmente correcto de los informes de los sentidos) que, sin estar formulados explícitamente, se introducen en el debate a guisa de términos observacionales. Comprobamos así de nuevo, que los términos observacionales son caballos de Troya que deben examinarse con el máximo cuidado. ¿Cómo se supone que debemos proceder en una situación tan embarazosa?

El argumento sacado de las piedras que caen parece refutar el punto de vista copernicano. Ello puede deberse a una desventaja intrínseca del copernicanismo; pero también puede deberse a la presencia de interpretaciones naturales que necesitan ser mejoradas. Así pues, la primera tarea consiste en *descubrir* y aislar estos obstáculos del progreso que se encuentran sin examinar.

Bacon pensaba que las interpretaciones naturales podían descubrirse por medio de un método de análisis que las va eliminando, una tras otra, hasta que el núcleo sensorial de cada observación quedase al desnudo. Este método tiene serios inconvenientes. En primer lugar las interpretaciones naturales de la clase considerada por Bacon no están simplemente *añadidas* a un campo de sensaciones previamente existente. Son instrumentos para *constituir* el campo, como el mismo Bacon dijo. Eliminar todas las interpretaciones y eliminaréis también la capacidad de pensar y de percibir. En segundo lugar, al no prestar atención a esta función fundamental de las interpretaciones naturales, está claro que una persona que se enfrentase a un campo perceptual sin disponer de una sola interpretación natural se encontraría *completamente desorientada*, no podría ni siquiera iniciar la tarea en que consiste la ciencia. El hecho de que esta tarea se ha iniciado realmente, incluso tras cierto grado de análisis baconiano, muestra que dicho análisis se ha detenido prematuramente. Se ha detenido precisamente en

aquellas interpretaciones naturales de las que somos inconscientes y sin las que no podemos seguir adelante. De ello se sigue que el intento de partir de cero, tras eliminar por completo todas las interpretaciones naturales, es autodestructivo.

Por otra parte, no es posible desenredar, ni siquiera *parcialmente*, el manojo de interpretaciones naturales. A primera vista la tarea podría parecer bastante simple. Se toman los enunciados observacionales, uno tras otro y se analiza su contenido. Sin embargo, no es probable que los conceptos que están ocultos en los enunciados de observación se revelen por sí mismos en las partes más abstractas del lenguaje. Caso de que lo hagan, será todavía difícil determinarlos con precisión. Los conceptos, al igual que las percepciones, son ambiguos y dependen de su trasfondo. Por otra parte, el contenido de un concepto está determinado también por la forma en que se relaciona con la percepción, ¿pero cómo descubrir esta forma sin circularidad? Las percepciones han de ser descubiertas, y el mecanismo de identificación contendrá algunos de los mismos elementos que rigen el uso del concepto que hay que investigar. No se penetra nunca por completo en este concepto, porque siempre se utiliza parte del mismo en el intento de encontrar sus componentes. Sólo hay un medio de salir de este círculo, y consiste en emplear una *medida externa de comparación* que incluya nuevas formas de relacionar conceptos y percepciones. Separada del dominio del discurso natural y de todos aquellos principios, hábitos y actitudes que constituyen su modo de vida, semejante medida externa parecerá, ciertamente extraña; pero ello no constituye un argumento contra su uso. Por el contrario, semejante impresión de extrañeza revela que las interpretaciones naturales están funcionando, y éste es un primer paso hacia su descubrimiento. Vamos a explicar esta situación con ayuda del ejemplo de la torre.

El ejemplo se propone mostrar que el punto de vista copernicano no está en concordancia con los 'hechos'. Considerada desde el punto de vista de semejantes 'hechos', la idea del movimiento de la tierra parece extraña, absurda y abiertamente falsa, por mencionar sólo algunas de las expresiones que más a menudo se usaron en la época y que todavía se oyen dondequiera que los círculos profesionales se enfrentan a una teoría nueva y contra-fáctica. Esto nos hace sospechar que el punto de vista copernicano constituye una regla de medida externa de la clase que hemos descrito antes.

Podemos ahora darle la vuelta al argumento y utilizarlo como un *artefacto detector* que nos ayude a descubrir las interpretaciones que excluyen el movimiento de la Tierra. Dándole pues la vuelta al argumento, *afirmamos en primer lugar* el movimiento de la tierra e *investigamos después* qué cambios eliminarán la contradicción. Una investigación de este tipo puede llevar un tiempo considerable, y en cierto sentido puede decirse que no ha terminado todavía. La contradicción, por lo tanto, puede permanecer durante décadas e incluso siglos. Sin embargo, *debe ser mantenida* hasta que terminemos el examen, pues, en otro caso, dicho examen, el intento de descubrir los componentes antdiluvianos de nuestro conocimiento, no puede ni siquiera empezar. Hemos visto que ésta es una de las razones que pueden darse para *retener*, y, quizás, incluso para *inventar*, teorías que sean inconsistentes con los hechos. Los ingredientes ideológicos de nuestras observaciones, se descubren con la ayuda de teorías que están refutadas por ellos: *Se descubren contrainductivamente*.

Voy a repetir lo que ha sido afirmado hasta aquí. Las teorías son contrastadas y posiblemente refutadas por los hechos. Los hechos contienen componentes ideológicos, concepciones más antiguas que han quedado sustraídas a toda consideración o que, tal vez, nunca fueron formuladas de modo explícito. Estos componentes son altamente sospechosos. En primer lugar, por su edad y por su oscuro origen, no sabemos por qué ni cómo fueron introducidos por primera vez; en segundo lugar, porque su propia naturaleza los protege, y siempre los ha protegido de un examen crítico. Caso de que ocurra una contradicción entre una teoría nueva e interesante y una colección de hechos firmemente establecidos, el mejor procedimiento es, por tanto, no abandonar la teoría sino utilizarla para el descubrimiento de aquellos principios ocultos que son los responsables de la contradicción. La contradicción constituye una parte esencial de semejante proceso de descubrimiento. (Un excelente ejemplo histórico: los argumentos de Parménides y Zenón contra el atomismo y el movimiento. Diógenes de Sinope, el Cínico, optó por el camino más simple que había de ser seguido por muchos científicos contemporáneos y por todos los filósofos contemporáneos: refutó los argumentos levantándose y andando arriba y abajo. El camino opuesto, que es el recomendado aquí, lleva a resultados mucho más interesantes, como lo atestigua la historia del caso. Sin embargo, no habría que ser demasiado

duro con Diógenes, pues también tenemos noticia de que golpeó a un discípulo que quedó satisfecho con su refutación, exclamando que él había dado razones que el discípulo no debería aceptar sin razones adicionales de su propia cosecha⁸¹.

Después de haber *descubierto* una interpretación natural particular, ¿cómo podemos *examinarla* y *contrastarla*? Es obvio que no podemos proceder de la forma usual, a saber, derivar predicciones y compararlas con los 'resultados de la observación'. Estos resultados ya no están disponibles. La idea de que los sentidos, empleados en circunstancias normales, proporcionan informes correctos de sucesos reales, por ejemplo informes del movimiento real de los cuerpos físicos, ha sido eliminada de todos los enunciados observacionales. (Recuérdese que esta noción constituía una parte esencial del argumento anti-copernicano). Pero sin ella, nuestras reacciones sensoriales dejan de ser relevantes para la contrastación. Algunos antiguos racionalistas generalizaron esta conclusión y decidieron construir su ciencia sólo apoyándose en la razón, asignando a la observación una función auxiliar insignificante. Galileo no adoptó este procedimiento.

Si una interpretación natural causa problemas a un punto de vista atractivo y si su *eliminación* suprime dicho punto de vista del dominio de la observación, entonces el único procedimiento aceptable consiste en emplear *otras* interpretaciones y ver lo que pasa. La interpretación que emplea Galileo devuelve a los sentidos su posición de instrumentos de exploración, *pero sólo en relación a la realidad del movimiento relativo*. El movimiento, 'entre cosas que también lo tienen' es 'no-operativo', es decir, 'permanece insensible, imperceptible y sin efecto alguno'⁸². El primer paso de

⁸¹ Hegel, *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie*, I, ed. C. L. Michelet, Berlin, 1940, 289.

⁸² *Dialogue*, *op. cit.*, 171, el relativismo cinemático de Galileo no es consistente. En el pasaje citado, propone el punto de vista 1) de que el movimiento simultáneo *no tiene ningún efecto*. 'El movimiento', dice Galileo, 'en tanto que es y actúa como movimiento, existe con relación a las cosas que carecen de él; y no actúa y es como si no existiese entre cosas que comparten simultáneamente todo movimiento' (p. 116); 'Cualquiera que sea el movimiento que se atribuya a la Tierra debe ser, necesariamente, imperceptible... siempre que miremos sólo a los objetos terrestres' (p. 114); ... el movimiento que es común a muchas cosas móviles es ocioso y no tiene consecuencias para la relación de estas cosas móviles entre sí...' (p. 116). Por otra parte, 2) Galileo sugiere también que *nada se mueve por naturaleza en línea recta*. El movimiento de todos los cuerpos celestes es circular; barcos, carruajes, caballos, pájaros, todo se mueve en círculo alrededor de la Tierra; los movimientos

Galileo en el examen conjunto de la doctrina copernicana y de una interpretación natural familiar, pero oculta, consiste por tanto en *sustituir esta última por una interpretación diferente*. Dicho de otra forma, Galileo *introduce un nuevo lenguaje observacional*.

Este es, desde luego, un paso completamente legítimo. Por lo general, el lenguaje observacional que entra en un argumento ha estado en uso durante mucho tiempo y es completamente familiar. Al considerar, por una parte, la estructura de los idiomas comunes y, por otra, la filosofía aristotélica, ni este uso ni esta familiaridad pueden tomarse como una prueba de los principios subyacentes. En toda descripción existen principios e interpretaciones naturales de esta clase. Los casos extraordinarios que pueden crear dificultades se los elimina con la ayuda de 'palabras de reajuste'⁸³ tales como 'similar' o 'análogo', palabras que disipan tales casos extraordinarios con el fin de que la ontología básica permanezca sin cambio alguno. Sin embargo, se necesita urgentemente una contrastación. En particular se necesita en aquellos casos en que los principios parecen amenazar a una nueva teoría. Entonces es completamente razonable introducir lenguajes observacionales alternativos y compararlos, tanto con el idioma original como con la teoría bajo examen. Procediendo de esta forma podemos estar seguros de que la comparación es *correcta*. Es decir, no debemos criticar un idioma que se supone que funciona como lenguaje observacional porque todavía no sea bien conocido y porque se encuentre, por tanto, menos fuertemente conectado con nuestras

de las partes de los animales son todos circulares: en suma, nos vemos obligados a admitir que sólo *gravia deorsum* y *levia sursum* se mueven aparentemente en línea recta; pero aun esto no es cierto en tanto no se haya probado que la Tierra está en reposo (p. 19). Ahora bien, si se adopta 2), entonces las partes sueltas de sistemas que se mueven en línea recta, tenderán a describir trayectorias circulares, contradiciendo así a 1). Esta inconsistencia me ha obligado a dividir el argumento de Galileo en dos partes, una se ocupa de la relatividad del movimiento (sólo se *percibe* el movimiento relativo), la otra se ocupa de las leyes de inercia (y sólo el movimiento inercial *deja inalterada la relación entre las partes de un sistema*, suponiendo, desde luego, que los movimientos inerciales próximos son aproximadamente paralelos). Para las dos partes del argumento, ver el capítulo siguiente. También es importante darse cuenta de que aceptar la relatividad del movimiento incluso para trayectorias inerciales, significa abandonar la *teoría del impetu*. Por aquel entonces Galileo parece ya haberse dado cuenta, porque su argumento de la existencia de movimientos 'sin límites' o 'perpetuos' que bosqueja en las pp. 147 ss. del *Diálogo* apelan a movimientos que son neutrales, esto es, ni naturales ni violentos y que puede suponerse por tanto (?) que continúan por siempre.

⁸³ J. L. Austin, *Sentido y percepción*, Ed. Tecnos, Madrid, 1981. Los términos de reajuste desempeñan un importante papel en la filosofía aristotélica.

reacciones sensoriales y resulte por ello menos plausible que otro idioma más 'común'. Críticas superficiales de este tipo, que se han erigido en una nueva 'filosofía', abundan en las discusiones sobre el problema mente-cuerpo. Los filósofos que quieren introducir y contrastar nuevos puntos de vista se encuentran asimismo enfrentados no con *argumentos*, a los que muy probablemente podían contestar, sino con un muro impenetrable de *reacciones* muy bien atrincheradas. Esta actitud no es en absoluto diferente de la que tiene la gente desconocedora de idiomas extranjeros, que creen que un cierto color se escribe mucho mejor con 'rojo' que con 'rosso'. En oposición a tales intentos de conversión apelando a la familiaridad ('¡yo sé lo que son los sufrimientos, y también sé, por introspección, que no tienen nada que ver con los procesos materiales!'), hemos de subrayar que un juicio comparativo de lenguajes observacionales, e. g. lenguajes observacionales materialistas, lenguajes observacionales fenomenalistas, lenguajes observacionales objetivo-idealistas, lenguajes observacionales teológicos, etc., sólo puede iniciarse *cuando todos ellos sean hablados con igual fluidez*.

Proseguimos ahora nuestro análisis del razonamiento de Galileo.

7

Las nuevas interpretaciones naturales constituyen un lenguaje observacional nuevo y muy abstracto. Se introducen y encubren de forma que no se perciba el cambio que ha tenido lugar (método de anamnesis). Contienen la idea de la relatividad de todo movimiento y la ley de la inercia circular.

Galileo sustituye una interpretación natural por otra muy diferente y que hasta entonces (1630) era, al menos en parte, una interpretación innatural. ¿Cómo procede Galileo? ¿Cómo se las arregla para introducir afirmaciones absurdas y contrainductivas, tales como la afirmación de que la Tierra se mueve, y no obstante conseguir para ellas una atenta y razonable audiencia? Puede anticiparse que los argumentos no bastarán —una interesante y muy importante limitación del racionalismo— y que las formulaciones de Galileo constituyen, sólo en apariencia, auténticos argumentos. En efecto, Galileo emplea la *propaganda*. Emplea *trucos psicológicos* además de las razones intelectuales que tenga que ofrecer. Estos trucos tienen gran éxito: le conducen a la victoria. Pero oscurecen la nueva actitud hacia la experiencia que se está forjando y posponen durante siglos la posibilidad de una filosofía razonable. Oscurecen el hecho de que la experiencia sobre la que Galileo quiere basar el punto de vista copernicano no es sino el resultado de su propia y fértil imaginación, el hecho de que esa experiencia ha sido inventada. Oscurecen este hecho insinuando que los nuevos resultados que emergen son conocidos y admitidos por todos, y que sólo hace falta fijar nuestra atención sobre ellos para que aparezcan como la expresión más obvia de la verdad.

Galileo nos 'hace recordar' que hay situaciones en las que el carácter no operativo del movimiento simultáneo es tan evidente y tan firmemente aceptado como lo es la idea del carácter operativo de todo movimiento en otras circunstancias. (Por tanto, esta

última idea no es la única interpretación natural del movimiento). Estas situaciones son: ciertos eventos que ocurren en un barco, en un carruaje que se desliza suavemente, y en otros sistemas que contengan un observador y que permitan a este último realizar algunas operaciones simples.

«*Sagredo*: Se me acaba de ocurrir cierta imagen que pasó por mi mente un día mientras navegaba hacia Alepo, a donde iba como cónsul de nuestro país... Si el punto de una pluma se hubiese apoyado sobre el barco durante todo mi viaje desde Venecia a Alejandría y hubiese tenido la propiedad de dejar marcas visibles de todo su viaje, ¿qué trazo, qué marca, qué línea habría dejado?

Simplicio: Habría dejado una línea que se extendería desde Venecia hasta allí; no perfectamente recta —o mejor dicho, no siguiendo un arco de circunferencia perfecto— sino más o menos fluctuante según el balanceo que tuviese el barco. Pero esta desviación de un metro o dos hacia la derecha o a la izquierda, arriba o abajo, dentro de una longitud de muchos cientos de millas, habría causado poca alteración en la extensión total de la línea. Sería escasamente sensible y con muy poco error se la podría considerar parte de un arco perfecto.

Sagredo: Así que, si no se tuviese en cuenta la fluctuación de las olas y el movimiento del barco fuese suave y tranquilo, el verdadero y exacto movimiento del punto de la pluma hubiera sido un arco de circunferencia perfecto. Ahora bien, si yo hubiera tenido la misma pluma continuamente en mi mano, y la hubiera movido sólo un poco algunas veces, ¿qué alteración habría yo producido en la extensión principal de esta línea?

Simplicio: Menos de la que se introduciría en una recta de mil metros de longitud que fuese desviada aquí y allá de su rectitud absoluta en un ojo de pulga.

Sagredo: Entonces, si un artista hubiera empezado a dibujar con esa pluma en una hoja de papel al salir del puerto, y hubiera continuado dibujando todo el camino hasta Alejandría, habría podido obtener del movimiento de la pluma un catálogo completo de figuras dibujadas y trazadas en mil direcciones, con paisajes, edificios, animales y otras cosas. Sin embargo, el movimiento real descrito por el punto de la pluma habría sido solamente una línea; larga, en verdad, pero muy simple. Pero por lo que se refiere a las propias acciones del artista, habrían sido exactamente las mismas que si el barco hubiese estado parado. La razón de que no quede

ningún trazo del largo movimiento de la pluma, excepto las líneas dibujadas en el papel, es que el movimiento global desde Venecia a Alejandría fue común al papel, a la pluma y a todo lo demás que estaba en el barco. Pero los pequeños movimientos adelante y atrás, a derecha e izquierda, comunicados por los dedos del artista a la pluma pero no al papel, y que pertenecen sólo a los dedos, dejarían unos trazos en el papel que permaneció mientras tanto en reposo con respecto a esos pequeños movimientos comunicados a la pluma por los dedos»⁸⁴.

O también:

«*Salviati*: ...imagínate que estás en un barco con tus ojos fijos en un punto del palo de la vela. ¿Piensas que porque el barco se mueva rápidamente tendrás que mover tus ojos sobre ese punto del palo y seguir su movimiento?

Simplicio: Estoy seguro de que no necesitaría hacer ningún cambio en absoluto; y no sólo por lo que respecta a la mirada sino que si estuviese apuntando con un mosquetón no tendría que mover ni un pelo para continuar apuntando, sin importar lo que se moviese el barco.

Salviati: Y esto ocurre porque el movimiento que el barco confiere al palo te lo confiere también a ti y a tus ojos, de modo que no necesitas moverlos nada para mirar a lo alto del palo, que por consiguiente se te aparece como sin movimiento. (Y los rayos de la visión van desde el ojo al palo justo como si una cuerda estuviese atada a los dos extremos del barco. Ahora bien, hay atadas cien cuerdas en diferentes puntos fijos, cada uno de los cuales se conserva en su sitio tanto si el barco se mueve como si permanece quieto)»⁸⁵.

Está claro que estas situaciones conducen a un concepto no operativo del movimiento, incluso sin salirse del sentido común.

⁸⁴ *Dialogue, op. cit.*, 171 ss.

⁸⁵ *Ibid.*, 249 ss. que el fenómeno de *ver* el movimiento depende del movimiento *relativo* fue afirmado ya por Euclides en su *Optica*, Theon red. par. 49 ss. Un antiguo escolio de par. 50 emplea el ejemplo del barco que se aleja del puerto; Heiberg VII, 283. Copérnico repite este ejemplo en el Libro I, capítulo VIII del *De Revol.* Dicho ejemplo fue un lugar común en la óptica medieval, cf. Witelo, *Perspectiva*, IV, par. 138 (Basel, 1572, 180). Ahora sabemos que sólo es válido para velocidades constantes.

Por otra parte, el sentido común, y me refiero al sentido común de los artesanos italianos del siglo xvii, contiene también la idea del carácter *operativo* de todo movimiento. Esta última idea surge cuando un objeto limitado que no contiene demasiadas partes se mueve dentro de un contorno vasto y estable, por ejemplo cuando un camello trota por el desierto, o cuando una piedra cae desde una torre.

Ahora bien, Galileo nos estimula a que «recordemos» las condiciones en las que se afirma el carácter no operativo del movimiento simultáneo también en este caso, y a incluir el segundo caso en el primero.

Así, al primero de los dos paradigmas de movimiento no operativo mencionados arriba le sigue la afirmación de que 'Es igualmente verdadero que, al moverse la Tierra, el movimiento de la piedra al caer constituye realmente un largo camino de muchos cientos de metros, o incluso de muchos miles; y si fuera posible que dicha piedra marcara su trayectoria en el aire inmóvil o en alguna otra superficie, dejaría marcada una larga línea inclinada. Pero la parte de todo este movimiento que es común a la piedra, a la torre y a nosotros mismos permanece imperceptible y es como si no existiese. Sólo es observable la parte en la que no participamos ni la torre ni nosotros; en una palabra, la parte con la que la piedra al caer mide la torre'⁸⁶.

El segundo paradigma precede a la exhortación a 'transferir este argumento a la rotación de la tierra y a la piedra situada en lo alto de la torre, cuyo movimiento no puedes discernir porque tienes en común con la piedra ese movimiento, causado por la Tierra, que se requiere para seguir a la torre; no necesitas mover tus ojos. Además, si añades a la piedra el movimiento descendente que le es peculiar y que tu no compartes, el cual está mezclado con el movimiento circular, la porción circular del movimiento que es común a la piedra y al ojo continúa siendo imperceptible. Sólo el movimiento vertical es perceptible, porque para seguirlo tienes que mover los ojos hacia abajo'⁸⁷.

Verdaderamente el carácter persuasivo de estos argumentos es muy fuerte.

Cediendo a esta persuasión, empezamos entonces de modo

⁸⁶ *Ibid.*, 172 ss.

⁸⁷ *Ibid.*, 250 ss.

completamente automático a confundir las condiciones de los dos casos y a convertirnos en relativistas. ¡En esto consiste la esencia del truco de Galileo! El resultado fue que el conflicto entre Copérnico y 'las condiciones que nos afectan a nosotros y a los que están en el aire que nos rodea'⁸⁸ se esfuma y nos damos cuenta finalmente que 'todos los sucesos terrestres, sobre cuya base se sostiene de ordinario que la Tierra está quieta y que el sol y las estrellas fijas se mueven, nos parecerían exactamente idénticos si fuese la Tierra la que se moviese y el sol y las estrellas quienes permanecieran quietos'⁸⁹.

Examinemos ahora la situación desde un punto de vista más abstracto. Partimos de subsistemas conceptuales de pensamiento 'ordinario' (véase el diagrama unas páginas más adelante). Uno de ellos considera el movimiento como un proceso absoluto que siempre tiene efectos, incluidos los efectos sobre nuestros sentidos. La descripción de este sistema conceptual que ofrecemos aquí puede que esté algo idealizada, pero los argumentos de los oponen-

⁸⁸ Ptolomeo, *Syntaxis*, i, 1, 7.

⁸⁹ *Dialogue*, 416: cf. los *Dialogues Concerning Two New Sciences*, traducción de Henry Crew y Alfonso de Salvio, Londres, 1914; Nueva York, Dover, 1958, 164: 'El mismo experimento que a primera vista parecía mostrar una cosa, al ser examinado con más cuidado, nos asegura de lo contrario'. El profesor Mc Mullin, criticando este modo de ver las cosas, exige 'una justificación más lógica y biográfica' de mi afirmación referente a que Galileo no sólo empleó argumentos sino que también hizo trampas ('A Taxonomy of the Relation between History and Philosophy of Science', *Minnesota Studies*, vol. 5, Minneapolis, 1971, 39), y plantea objeciones al modo como yo explico la introducción del movimiento relativista por Galileo. Según McMullin, 'La argumentación de Galileo consiste en mostrar, puesto que su oponente *ya* interpreta de forma 'relativista' las observaciones realizadas en los mencionados contextos (movimientos en los barcos), ¿cómo puede dicho oponente interpretarlas consistentemente de otro modo en el caso de las observaciones llevadas a cabo en la Superficie de la tierra?' (*op. cit.*, 40). Esta es, ciertamente, la argumentación que emplea Galileo. Pero la emplea contra un oponente que, según el propio Galileo, 'siente una gran repugnancia a reconocer esta cualidad no operativa del movimiento entre cosas que lo tienen en común' (*Dialogue*, *op. cit.*, 171), un oponente que está convencido de que un barco, aparte de tener movimientos relativos, *posee también posiciones y movimientos absolutos* (cf. Aristóteles, *Física*, 208 b 8 ss.), y un oponente que, en cualquier caso, ha desarrollado el arte de emplear nociones diferentes en situaciones diferentes sin caer en contradicción. Ahora bien, si *ésta* es la posición que se ataca, entonces mostrar que un oponente tiene una idea relativa del movimiento, o que la emplea a menudo en sus acciones ordinarias, no constituye en absoluto una 'prueba de inconsistencia para su propio «paradigma»' (McMullin, *op. cit.*, 40). Ello sólo revela una parte de ese paradigma dejando intacta la otra. El argumento se convierte en la prueba deseada, sólo si la noción absoluta es suprimida y eliminada, o, en otro caso, identificada con la noción relativista: esto es lo que Galileo hace realmente, aunque de forma subrepticia, como he intentado hacer ver.

tes de Copérnico que el propio Galileo cita, y que según su opinión eran 'muy plausibles'⁹⁰, muestran que existía una tendencia ampliamente extendida a pensar en sus términos y que esta tendencia fue un serio obstáculo para la discusión de ideas alternativas. Ocasionalmente se encuentran modos de pensar aún más primitivos, en los que conceptos como 'arriba' y 'abajo' se emplean absolutamente. Ejemplos: la afirmación de que 'la Tierra es demasiado pesada para elevarse sobre el sol y luego precipitarse de cabeza abajo de nuevo'⁹¹, o la afirmación de que 'al cabo de un rato las montañas, al hundirse tras el horizonte por efecto de la rotación del globo terrestre se pondrían en tal posición que mientras un poco antes hubiera sido muy difícil escalar sus cumbres, pocas horas después habría que dar la vuelta y descender para conseguir llegar a la cumbre'⁹². Galileo, en sus notas marginales, llama a estas razones 'completamente infantiles' [que] bastaban para mantener a los imbéciles en la creencia de que la Tierra está fija⁹³, y cree que es innecesario 'molestarse por hombres como éstos, cuyo nombre es legión, o tener en cuenta sus tonterías'⁹⁴. Sin embargo, está claro que la idea absoluta de movimiento se encontraba 'bien atrincherada', y que el intento de sustituirla estaba condenado a encontrar una fuerte resistencia⁹⁵.

⁹⁰ *Dialogue*, op. cit., 131.

⁹¹ *Ibid.*, 327.

⁹² *Ibid.*, 330.

⁹³ *Ibid.*, 327.

⁹⁴ *Ibid.*, 327, el subrayado es mío.

⁹⁵ La idea de que existe una dirección absoluta en el universo tiene una historia muy interesante. Descansa en la estructura del campo gravitatorio sobre la superficie de la Tierra, o de aquella parte de la Tierra que el observador conoce, y generaliza las experiencias realizadas allí. La generalización rara vez se considera cómo una hipótesis separada, sino que se introduce en la 'gramática' del sentido común y da a los términos 'arriba' y 'abajo' un significado absoluto. (Esto constituye una 'interpretación natural' en el sentido preciso explicado en el texto anterior). Lactancio, un padre de la Iglesia del siglo IV, se refiere a este significado cuando se pregunta (*Divinae Institutiones*, III, De Falsa Sapientia): «¿Es que va uno a estar realmente tan confuso como para admitir la existencia de seres humanos cuyos pies estén por encima de sus cabezas? ¿En qué lugar los árboles y la fruta no crecen hacia arriba sino hacia abajo?» El mismo uso del lenguaje lo hace esa 'masa de hombres ignorantes' que se preguntan por qué los antípodas no se caen fuera de la Tierra (Plinio, *Historia Natural*, II, 161-166; cf. también Ptolomeo, *Syntaxis*, I, 7). Los intentos de Tales, Anaxímenes y Jenófanes por encontrar un soporte para la Tierra que impida que caiga 'abajo' (Aristóteles, *De Coelo*, 294 a 12 ss.) muestran que casi todas las filosofías primitivas, con la excepción de Anaximandro, compartían esta forma de pensar. (Para los atomistas, que suponen que los átomos se precipitan hacia 'abajo', cf. Jammer, *Concepts of Space*,

El segundo sistema conceptual está construido en torno a la relatividad del movimiento, y también se encuentra firmemente establecido en su propio dominio de aplicación. Galileo pretende sustituir el primer sistema por el segundo en *todos* los casos, tanto terrestres como celestes. El realismo ingenuo respecto del movimiento ha de ser *completamente eliminado*.

PARADIGMA I: Movimiento de objetos compactos en su contorno estable de gran extensión espacial (ciervo observado por el cazador).

PARADIGMA II: Movimiento de objetos en barcos, carruajes y otros sistemas móviles.

Interpretación natural:
Todo movimiento es operativo

Interpretación natural:
Sólo el movimiento relativo es operativo

La piedra que cae <i>prueba</i>	El movimiento de la Tierra <i>predice</i>	La piedra que cae <i>prueba</i>	El movimiento de la Tierra <i>predice</i>
Tierra en reposo.	Movimiento oblicuo de la piedra.	No hay movimiento relativo entre el punto de partida y la Tierra.	No hay movimiento relativo entre el punto de partida y la piedra.

Ahora bien, hemos visto que este realismo ingenuo constituye a veces, una parte esencial de nuestro vocabulario observacional. En estas ocasiones (Paradigma I), el lenguaje observacional con-

Cambridge, Mass., 1953, 11). Incluso Galileo, que ridiculiza por completo la idea de los antípodas que se caen (*Dialogue, op. cit.*, 331), habla a veces de la 'mitad superior de la 'luna', refiriéndose a la parte de la luna 'que es invisible para nosotros'. Y no olvidemos que algunos filósofos del lenguaje actuales 'que son demasiado estúpidos para reconocer sus propias limitaciones' (Galileo, *op. cit.*, 327) pretenden resucitar el significado absoluto de «arriba-abajo» al menos para *contextos locales*. Así pues, no debe subestimarse el poder que sobre las mentes de sus contemporáneos tenía el esquema conceptual primitivo que supone un mundo anisótropo, esquema contra el que Galileo también tuvo que luchar. Para un examen de algunos aspectos del sentido común británico en tiempos de Galileo, incluido el sentido común astronómico, ver E. M. W. Tillyard, *The Elizabethan World Picture*, London, 1968. Aristóteles afirma a menudo el acuerdo entre la opinión popular y el universo con simetría central, e. g. en *De Coelo*, 308 a 23 ss.

tiene la idea de la eficacia de *todo* movimiento, o, para expresarlo en el modo material de hablar, en estas situaciones nuestra experiencia es una experiencia de objetos que se mueven absolutamente. Teniendo esto en cuenta, resulta evidente que el propósito de Galileo equivale a una revisión parcial de nuestro lenguaje observacional o de nuestra experiencia. Una experiencia que *contradice* parcialmente la idea del movimiento de la Tierra se convierte en una experiencia que la *confirma*, al menos por lo que a 'las cosas terrestres' se refiere⁹⁶. Eso es lo que *ocurre realmente*. Pero Galileo quiere persuadirnos de que no ha tenido lugar ningún cambio, de que el segundo sistema conceptual ya es *conocido* universalmente, aun cuando no sea universalmente *empleado*. Salviati, su representante en el Diálogo, su oponente Simplicio y el lego en la materia, pero inteligente, Sagredo, ponen en relación el método de argumentación de Galileo con la teoría de la *anamnesis* de Platón. —Uno se ve inclinado a llamar a esto una inteligente táctica típica de Galileo—. Sin embargo, no debemos sucumbir al autoengaño a propósito del desarrollo revolucionario que en realidad tiene lugar.

La resistencia contra la suposición de que el movimiento simultáneo es no-operativo se equiparó a la resistencia que ofrecen las ideas olvidadas al intento de hacer de ellas algo conocido. ¡Aceptemos esta *interpretación* de la resistencia! Pero no olvidemos su *existencia*. Hemos de advertir, pues, que esta resistencia restringe el uso de las ideas relativistas, confinándolas a una *parte* de nuestra experiencia cotidiana. *Fuera* de esta parte, a saber, en el espacio interplanetario, son ideas 'olvidadas' y por ello no activas. Pero fuera de esta parte no existe el caos total. Se utilizan otros conceptos, aquellos conceptos absolutistas que derivan del primer paradigma. Y no sólo se usan, sino que debemos admitir que son enteramente adecuados. No surge ninguna dificultad mientras se permanece dentro de los límites del primer paradigma. «La experiencia», es decir, la totalidad de los hechos de todos los dominios, no puede obligarnos a realizar el cambio que Galileo quiere introducir. El motivo para un cambio debe provenir de una fuente distinta.

Proviene, en primer lugar, del deseo de ver 'el todo' [corres-

⁹⁶ *Dialogue, op. cit.*, 132 y 416.

ponderse] con sus partes con una simplicidad maravillosa'⁹⁷, como el mismo Copérnico había expresado ya. Proviene del 'deseo típicamente metafísico' de la unidad del entendimiento y la representación conceptual, y, en segundo lugar, los motivos para un cambio están relacionados con la intención de hacer un sitio al movimiento de la Tierra, que Galileo acepta y no está dispuesto a abandonar. La idea del movimiento de la Tierra está más cerca del primer paradigma que del segundo, o al menos lo estaba en tiempos de Galileo. Esto prestaba fuerza a los argumentos aristotélicos y los hacía plausibles. Para eliminar esta plausibilidad era necesario incluir el primer paradigma en el segundo, y extender las nociones relativas a todos los fenómenos. La idea de la *anamnesis* funciona aquí como una muleta psicológica, como una palanca que facilita el proceso de inclusión ocultando su existencia. El resultado es que ahora estamos dispuestos a aplicar las nociones relativas no sólo a los barcos, coches, pájaros, sino también a la 'sólida y bien asentada Tierra' como un todo. Y tenemos la impresión de que esa disposición siempre estuvo en nosotros, aunque lleve algún esfuerzo hacerla consciente. Semejante impresión es con toda certeza errónea: es el resultado de las maquinaciones propagandísticas de Galileo. Haríamos mejor en describir la situación de una manera diferente, como un cambio en nuestro sistema conceptual. O también, ya que nos ocupamos de conceptos que pertenecen a interpretaciones naturales, y que por tanto están muy directamente relacionados con las sensaciones, deberíamos describir dicha situación como un *cambio de experiencia* que posibilita nuestra acomodación a la doctrina de Copérnico. Este cambio corresponde perfectamente al esquema descrito en el capítulo II de este libro: un punto de vista inadecuado, la teoría copernicana, se apoya en otro punto de vista inadecuado, la idea del carácter no

⁹⁷ *Ibid.*, 341. Galileo cita aquí la carta de Copérnico al Papa Paulo III en *De Revolutionibus*: cf. también el capítulo 10 y la *Narratio Prima* (en E. Rosen, *Three Copernican Treatises*, New York, 1959, 165); 'pues todos estos fenómenos aparecen ligados de la manera más noble, como constituyendo una cadena de oro; y cada uno de los planetas, por su posición, orden, y desigualdad de movimientos, lleva a la evidencia de que la tierra se mueve y de que quienes hablamos del globo de la Tierra, en lugar de aceptar sus cambios de posición, creemos que los planetas se desplazan con todo tipo de movimientos por sí solos'. Adviértase que las razones empíricas están ausentes del argumento, y así debe ser, porque el propio Copérnico admite (*Commentariolus*, *op. cit.*, 57) que la teoría de Ptolomeo es 'consistente con los datos numéricos'.

operativo del movimiento simultáneo, y ambas teorías ganan fuerza y se apoyan una a otra en el proceso. Este cambio establece la transición del punto de vista aristotélico a la epistemología de la ciencia moderna.

En efecto, la experiencia deja de ser ahora ese fundamento inalterable que es en el sentido común y en la filosofía aristotélica. El intento de apoyar a Copérnico hace 'fluida' a la experiencia de la misma manera que hace fluidos a los cielos, 'de modo que cada estrella se desplaza en ellos por sí misma'⁹⁸. Un empirista que comience desde la experiencia y construya sobre ella sin mirar nunca hacia atrás, pierde ahora la propia base de la que partió. Ya no se puede confiar por más tiempo ni en la Tierra, 'la sólida y bien asentada Tierra', ni en los hechos en los que él usualmente confía. Está claro que una filosofía que haga uso de una experiencia tan fluida y cambiante, necesita nuevos principios metodológicos que no insistan en un juicio asimétrico de las teorías por la experiencia. La *física clásica* adopta intuitivamente tales principios; al menos, al menos los grandes e independientes pensadores tales como Newton, Faraday y Boltzmann, proceden de este modo. Pero la *doctrina oficial* de la física clásica se aferra todavía a la idea de una base estable e inalterable. El conflicto entre esta doctrina y el procedimiento real se oculta mediante una presentación tendenciosa de los *resultados* de la investigación que esconde su origen revolucionario y sugiere que surgen de una fuente estable e inalterable. Estos métodos de ocultación empiezan con el intento de Galileo de introducir nuevas ideas bajo el manto de la *anamnesis*, y culminan en Newton⁹⁹ y hay que desenmascararlas si queremos llegar a una mejor descripción de los elementos progresivos de la ciencia.

Mi discusión del argumento anticopernicano todavía no está completa. Hasta aquí, he intentado descubrir cuál es el supuesto que hace que una piedra *que se desplaza a lo largo de una torre móvil* aparezca cayendo «verticalmente» en lugar de que se la vea moverse describiendo un arco. Se vio que este efecto se tenía que atribuir al supuesto, al que llamaré *principio de relatividad*, de que nuestros sentidos sólo perciben el movimiento relativo y son completamente insensibles al movimiento poseído en común por

⁹⁸ *Dialogue, op. cit.*, 120.

⁹⁹ 'Classical Empiricism', *op. cit.*

los objetos. Lo que falta por explicar es *por qué la piedra sigue a la torre y no es dejada atrás*. Para salvar el punto de vista copernicano, hay que explicar no sólo por qué permanece inadvertido un movimiento que mantiene a salvo la relación entre objetos visibles, sino también por qué un movimiento común a varios objetos no afecta a su relación. Es decir, debe explicarse por qué tal movimiento no es un agente causal. Dándole la vuelta a la cuestión en la forma explicada en el texto correspondiente a la nota 82 del capítulo 6, resulta ahora que el argumento anticopernicano descrito allí descansa en *dos* interpretaciones naturales: a saber, el *supuesto epistemológico*, de que el movimiento absoluto es siempre *advertido*, y el *principio dinámico* de que los objetos (como la piedra que cae) que no son interferidos asumen su movimiento natural. El problema consiste ahora en complementar el principio de relatividad con una ley nueva de inercia de forma tal que todavía pueda afirmarse el movimiento de la Tierra. Se ve inmediatamente que la siguiente ley, que llamaré principio de inercia *circular*, proporciona la solución requerida: un objeto que se mueve con una velocidad angular dada en una esfera sin rozamiento cuyo centro sea el centro de la Tierra, continuará moviéndose siempre con la misma velocidad angular. Combinando la apariencia de la piedra que cae con el principio de relatividad, el principio de inercia circular, y algunos supuestos simples concernientes a la composición de velocidades¹⁰⁰ se obtiene un argumento que ya no pone en peligro el punto de vista de Copérnico, sino que puede utilizarse para darle un apoyo parcial.

El principio de relatividad fue defendido de dos maneras. La primera mostrando cómo ayuda a Copérnico: esta defensa es ciertamente *ad hoc*. La segunda señalando su función en el sentido común, y generalizando de forma subrepticia esta función (ver antes). No se ofreció ningún argumento independiente de su validez. El apoyo prestado por Galileo al principio de inercia circular es, exactamente, de la misma clase: Galileo introduce este principio sin hacer referencia a experimentos o a observaciones independientes, sino haciendo referencia a lo que se supone que todo el mundo sabe ya.

¹⁰⁰ Estos supuestos no eran, en absoluto, algo natural, sino que estaban en conflicto con algunas ideas muy básicas de la física aristotélica.

«*Simplicio*; ¿Así que no has realizado cientos de contrastaciones, o ni siquiera una? ¿y sin embargo, declaras sin vacilación que ello es cierto?...

Salviati; Sin experimentos, estoy seguro de que el efecto ocurrirá como te digo, porque debe ocurrir así; y podría añadir que tu mismo también sabes que no puede ocurrir de otro modo, aunque pretendas no saberlo... Pero yo soy tan hábil en sonsacar a la gente que te haré confesar a pesar de ti mismo»¹⁰¹.

Paso a paso, Simplicio es obligado a aceptar que un cuerpo que se mueve, sin rozamiento, en una esfera concéntrica con la Tierra realizará un movimiento 'sin límite', un movimiento 'perpetuo'. Ya sabemos, en especial después del análisis que hemos hecho del carácter no operativo del movimiento simultáneo, que lo que Simplicio acepta no está basado ni en experimentos ni en una teoría corroborada. Es una sugerencia nueva y audaz que implica un enorme salto de la imaginación. Llevando un poco más allá el análisis se demuestra que esta sugerencia se relaciona con experimentos tales como los 'experimentos' de los *Discorsi*¹⁰², y que

¹⁰¹ *Dialogue, op. cit.*, 147.

¹⁰² Dicho sea de paso, muchas de las 'experiencias' o 'experimentos' que se utilizan en los argumentos sobre el movimiento de la tierra son totalmente ficticias. Por ejemplo, Galileo en su *Trattato della Sfera (edizione Nazionale, vol. II, 211 ss.)*, que 'sigue la opinión de Aristóteles y Ptolomeo' (p. 223) emplea el siguiente argumento contra la rotación de la Tierra: ...'los objetos que se dejan caer desde lugares altos al suelo, como una piedra desde lo alto de una torre, no caen al pie de la torre; pues durante el tiempo en que la piedra está suspendida en el aire, la piedra cae de modo rectilíneo hacia el suelo, la tierra, huyendo de la piedra y moviéndose hacia el este, la recibiría en una parte distante del pie de la torre, *de la misma manera en que una piedra que es lanzada desde el mástil de un barco en rápido movimiento no caerá al pie del mástil, sino mucho más hacia la popa* (p. 224). La cita subrayada, referente al comportamiento de las piedras en los barcos, aparece de nuevo en el *Dialogue* (p. 126) cuando se examinan los argumentos ptolemaicos, pero aquí ya no se acepta como correcta. 'Parece ser éste un momento adecuado', dice Salviati (*ibid.*, 180), 'para percatarnos de cierta generosidad que tienen los copernicanos para con sus adversarios cuando, quizás con demasiada facilidad, aceptan como verdaderos y correctos un número considerable de experimentos que sus oponentes nunca han realizado; por ejemplo, el experimento del cuerpo que cae desde el mástil de un barco en movimiento...' Al principio p. 154, se sobreentiende, más que constituir el resultado de una observación, que la piedra caerá al pie del mástil aunque el barco estuviera en movimiento, si bien es cierto que en la p. 186 se examina un posible experimento. Bruno (*La Cena de le Ceneri, Opere Italiane*, I, ed. Giovanni Gentile, Bari, 1907, 83), da por supuesto que la piedra caerá al pie del mástil. Debiera tenerse en cuenta que el problema no se presta fácilmente a una solución experimental. Desde luego, se hicieron experimentos, pero sus resultados estuvieron lejos de ser concluyentes. Cf. A. Armitage, 'The Deviation of Falling Bodies', *Annals of Science*, 5, 1941-7, 342 ss., y A. Koyré,

dicha relación se establece mediante hipótesis *ad hoc*. (La cantidad de rozamiento que hay que eliminar se deduce no de investigaciones independientes —semejantes investigaciones sólo empiezan mucho más tarde en el siglo XVIII— sino del propio resultado que se pretende conseguir, a saber, la ley circular de inercia). Considerar los fenómenos naturales de esta forma conduce, como ya hemos visto a una reevaluación de toda la experiencia. Ahora podemos añadir que conduce a la invención de *una nueva clase de experiencia* que no sólo es más sofisticada sino también mucho más *especulativa* que la experiencia de Aristóteles o la del sentido común. Expresándonos de forma paradójica, aunque no incorrecta, podríamos decir que *Galileo inventó una experiencia que tiene ingredientes metafísicos*. La transición de una cosmología geostática al punto de vista de Copérnico y Kepler se consiguió por medio de una experiencia de este tipo.

Metaphysics and Measurement. Cambridge, 1968, 89 ss. El argumento de la Torre se encuentra en Aristóteles, *De Coelo*, 296 b 22, y en Ptolomeo, *Syntaxis*, i, 8, Copérnico lo examina en el mismo capítulo del *De Revol.*, pero intenta rebatirlo en el capítulo siguiente (cf. nota 114 del capítulo 8 del presente ensayo). Su papel en la Edad Media se expone en M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison, 1959, capítulo 10.

8

Las dificultades iniciales producidas por el cambio se superan mediante hipótesis ad hoc, que de este modo desempeñan ocasionalmente una función positiva. Dichas hipótesis proporcionan un momento de respiro a las nuevas teorías, y señalan la dirección que ha de seguir la investigación posterior.

Este es el momento de mencionar ciertas ideas expuestas por Lakatos, que arrojan una luz nueva sobre el problema del desarrollo del conocimiento y que, hasta cierto punto, socavan su propia búsqueda de la Ley y el orden en ciencia.

Es habitual suponer que los buenos científicos rehúsan emplear hipótesis *ad hoc* y que hacen bien en rehusarlas. Las nuevas ideas, se piensa, van más allá de la evidencia disponible y *deben* hacerlo así para que tengan algún valor. Resulta obligatorio que las hipótesis *ad hoc* se insinúen de vez en cuando, pero hay que oponerse a ellas y mantenerlas bajo control. Esta es la actitud habitual tal como se expresa, por ejemplo, en los escritos de K. R. Popper.

En oposición a éste, Lakatos ha señalado que la '*adhocidad*' ni es despreciable ni está ausente del cuerpo de la ciencia¹⁰³. Las nuevas ideas, subraya Lakatos, son por lo general casi completamente *ad hoc*, y no pueden ser de otra manera. Se perfeccionan

¹⁰³ Cf. Lakatos en *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge, 1970. (Trad. al castellano en Grijalbo). El uso de la hipótesis *ad hoc* en ciencias es idéntico a lo que los antropólogos llaman 'elaboraciones secundarias' (Ver R. Horton, 'African Traditional Thought and Western Science' en *Witchcraft and Sorcery*, ed. N. Marwick, London, 1970, 35). Se da por supuesto que las elaboraciones secundarias constituyen una *diferencia específica* que distingue la ciencia de la brujería. Nuestras consideraciones del texto (y del capítulo 12 posterior) refutan este supuesto y muestran que las diferencias, si las hay, deben buscarse en otro lugar.

sólo poco a poco, ampliándolas gradualmente para aplicarlas a situaciones que están más allá de su punto de partida. De modo esquemático:

Popper: Las nuevas teorías tienen, y deben tener, un contenido adicional que se infecta gradualmente, pero ello no debería ocurrir así, de adaptaciones *ad hoc*.

Lakatos: Las nuevas teorías son, y no pueden ser otra cosa que, teorías *ad hoc*. El contenido adicional es, y tiene que ser, creado poco a poco, extendiéndolo gradualmente a nuevos hechos y dominios.

El material histórico que he analizado (y el material de los capítulos 9-11 siguientes), presta un apoyo inequívoco a la posición de Lakatos. La historia de la mecánica de Galileo nos da exactamente la misma lección.

En *De Motu*¹⁰⁴, los movimientos de las esferas en el centro del universo y fuera de él, homogéneos y no homogéneos, apoyados en el centro de gravedad y apoyados fuera de él, se examinan y describen como si fuesen o bien naturales, o bien forzados, o ninguna de las dos cosas. Pero se nos dice muy poco sobre el movimiento real de tales esferas, y lo que se nos dice es sólo por implicación. Por ejemplo, se plantea allí la cuestión de si una esfera homogénea, que se pusiese en movimiento en el centro del universo, permanecería moviéndose siempre¹⁰⁵. Lecmos que 'parece ser que debería moverse perpetuamente', pero nunca se da una respuesta inequívoca. Por ejemplo, se nos dice en *De Motu* que una esfera de mármol apoyada en un eje que pase por su centro y que empiece a moverse 'girará durante mucho tiempo'¹⁰⁶; mientras que en el *Diálogo sobre el Movimiento* se nos dice que el movimiento perpetuo 'no está en armonía con la naturaleza de la propia tierra, a la que parece cuadrar más el reposo que el movimiento'¹⁰⁷. Otro argumento, más específico, contra las rotaciones perpetuas se encuentra en las *Especulaciones Diversas*, de Benedetti¹⁰⁸. Las

¹⁰⁴ Galileo Galilei, *De Motu*. Citado por Galileo Galilei on Motion and on Mechanics, ed. Drake y Drabkin, Madison, 1960, 73.

¹⁰⁵ *Ibid.*, 73.

¹⁰⁶ *Ibid.*, 78.

¹⁰⁷ Citado por *Mechanics in Sixteenth Century Italy*, ed. Drake y Drabkin, Madison, 1969, 338. Más adelante, Drake comenta que 'Galileo no era copernicano al escribir esto'.

¹⁰⁸ *Ibid.*, 228.

rotaciones, dice Benedetti, son 'con toda seguridad no perpetuas', porque las partes de la esfera, al querer moverse en línea recta, son constreñidas en contra de su naturaleza, 'y así llegan al reposo de modo natural'. De nuevo, en *De Motu*, encontramos una crítica a la afirmación de que añadir una estrella a la esfera celeste podría frenar la esfera al cambiar la relación entre la fuerza de las inteligencias que mueven y su resistencia¹⁰⁹. Esta afirmación, dice Galileo, se aplica a una esfera excéntrica. Añadir peso a una esfera excéntrica significa que el peso será sustraído ocasionalmente del centro y puesto a un nivel más alto. Pero 'nadie estaría dispuesto a afirmar que una esfera concéntrica será obstaculizada por el peso, puesto que el peso en su trayectoria circular ni la aproximará ni la alejará del centro'¹¹⁰. Obsérvese que, en este caso, se dice que la rotación original causada por las 'inteligencias', no se supone que tiene lugar por sí misma. Esto último, está en perfecto acuerdo con la teoría *general* de Aristóteles sobre el movimiento, en la que se postula un motor para *todo* movimiento y no sólo para los movimientos violentos¹¹¹. Galileo parece aceptar esta parte de la teoría, tanto al permitir que las esferas en rotación se frenen como al aceptar la 'fuerza de las inteligencias'. Así mismo, Galileo acepta la teoría del ímpetu que atribuye *cualquier* movimiento a una fuerza móvil interna, similar a la fuerza del sonido que permanece en una campana mucho después de que ésta haya sido golpeada¹¹², y que se supone 'disminuye gradualmente'¹¹³.

Al examinar estos pocos ejemplos, vemos que Galileo asigna una posición especial a los movimientos que no son ni violentos ni forzados. Tales movimientos pueden durar durante un tiempo considerable, aunque no sean apoyados por el medio circundante. Pero *no duran siempre*, y necesitan una fuerza interna impulsora para persistir durante un tiempo finito.

Ahora bien, si se quiere vencer los argumentos dinámicos contra el movimiento de la Tierra (y pensamos ahora en su *rotación* más que en su movimiento alrededor del sol), entonces los dos principios que hemos indicado antes deben ser revisados. Debe suponerse que los movimientos 'neutrales', que Galileo

¹⁰⁹ *Ibid.*, 73 ss.

¹¹⁰ *Ibid.*, 74.

¹¹¹ *Física*, VII, 1, 241 b 34-6.

¹¹² *De Motu*, *op. cit.*, 79.

¹¹³ *De Motu*, *op. cit.*, VIII (según la subdivisión de Drabkin).

examina en sus primeros escritos sobre dinámica, pueden durar siempre, o al menos durante períodos comparables a la edad de la que poseemos testimonios históricos; y estos movimientos deben considerarse 'naturales' en el sentido completamente nuevo y revolucionario de que no se necesita ningún motor ni externo ni interno que los mantenga en movimiento. La primera suposición es necesaria para explicar el fenómeno de la salida y puesta diaria de las estrellas. La segunda suposición es necesaria si queremos considerar el movimiento como un fenómeno relativo, dependiendo de la elección de un sistema adecuado de coordenadas. Copérnico, en sus breves notas sobre el problema, hace la primera suposición, y tal vez también la segunda¹¹⁴. Galileo tardó mucho tiempo para llegar a una teoría equiparable. En sus *Discorsi*¹¹⁵ la permanencia a lo largo de una línea horizontal se formula como

¹¹⁴ *De Revolutionibus*, I, capítulo 8: 'Sin embargo, el movimiento circular siempre es [de velocidad constante] porque tiene una causa que no cesa nunca' (el subrayado es mío). Copérnico acepta la teoría aristotélica del movimiento y de los elementos, e intenta explicar la rotación de la Tierra en sus términos. La referencia a una 'causa' es ambigua. Esta referencia podría implicar una versión determinada de la teoría del ímpetu, pero podría significar simplemente que la Tierra gira con velocidad angular constante porque se encuentra en su lugar natural. 'En consecuencia, un cuerpo simple posee un movimiento simple que aparece principalmente en el caso del movimiento circular, siempre que el cuerpo simple se encuentre en su lugar natural y conserve su unidad. En ese lugar, el movimiento no puede ser más que circular, movimiento que permanece completamente en sí mismo como si el cuerpo estuviese en reposo'. Teniendo en cuenta que Copérnico considera la clasificación de movimientos en rectilíneos y circulares como un artificio matemático 'comparable al modo como distinguimos entre línea, punto y superficie siendo así que ninguno de estos elementos puede existir sin el otro, y siendo así que ninguno de ellos puede existir sin un cuerpo', parece ser preferible la segunda interpretación (aunque, al concebir al mundo como un 'animal', Copérnico todavía supone que el espacio es absoluto). Para estos problemas, cf. las observaciones de Birkenmajer en la nota 82 ss. de G. Klaus (ed.), *Copernicus über Kreisbewegung*, Berlin, 1959. Cf. también el tercer diálogo de *La Cena de la Ceneri*, op. cit., 76-85, en particular 82 ss. El principio utilizado por Bruno (y, tal vez, también por Copérnico) de que la Tierra es un organismo cuyas partes están obligadas a moverse con el todo, quizás haya sido tomado del *Discourse of Hermes to Tat* (trad. inglesa en Scott, *Hermética*, vol. I). Copérnico menciona una vez a Hermes, *De Revol.*, I, 10, al examinar la posición del sol. 'Pero en el centro descansa el sol... a quien Trimegisto (*sic*) llama el dios visible...', cf. nota 38 del capítulo 4. Copérnico compara el mundo con un organismo en el que, el movimiento circular coexiste con el movimiento rectilíneo, del mismo modo que el organismo coexiste con su enfermedad. (El problema de la relación entre movimiento rectilíneo y circular se examina ampliamente en la *Primera Jornada del Diálogo* de Galileo). La Tierra, sin embargo, 'concede del sol y deviene embarazada con un parto anual' (capítulo 10). Para un sumario de las reacciones referentes a las dificultades físicas del movimiento de la Tierra, cf. capítulo I del vol. III de los *Etudes Galliléennes*, Paris, 1939.

¹¹⁵ *Two New Sciences*, New York, 1954, 215 y 250.

una hipótesis, y él parece hacer ambas suposiciones en el *Diálogo*¹¹⁶. *Mi conjetura es que Galileo llegó a una idea clara del movimiento permanente con (sin) ímpetu sólo conjuntamente con su aceptación gradual de la posición Copernicana*. Galileo cambió su punto de vista sobre los movimientos 'neutrales', y los hizo permanentes y naturales, con el fin de hacerlos compatibles con la rotación de la Tierra y con el fin de escapar a las dificultades planteadas por el argumento de la torre¹¹⁷. Sus nuevas ideas acerca de tales movimientos son, por tanto, al menos parcialmente *ad hoc*. Desaparecía el ímpetu en el sentido antiguo, en parte por razones metodológicas (interés en el *cómo*, no en el *por qué*; este desarrollo merece por sí mismo un cuidadoso estudio aparte), en parte a causa de la inconsistencia, vagamente percibida, con la idea de la relatividad de todo movimiento. El deseo de salvar a Copérnico desempeña un papel en ambos casos.

Ahora bien, si estamos en lo cierto al *suponer* que Galileo construyó en este punto una hipótesis *ad hoc*, entonces hemos de *alabarle* también por su ingenio metodológico. Es obvio que una Tierra en movimiento exige una nueva dinámica. Una contrastación de la antigua dinámica consiste en el intento de establecer el movimiento de la Tierra. Pretender establecer el movimiento de la Tierra es lo mismo que pretender encontrar una instancia que refute la dinámica antigua. Sin embargo, el movimiento de la

¹¹⁶ *Op. cit.*, 147 ss.

¹¹⁷ Según Anneliese Maier (*Die Verläufer Galileis im 14 Jahrhundert*, Rome, 1949, 151 ss), Galileo sustituye el ímpetu por la inercia para poder explicar el 'hecho' de que los movimientos neutrales continúen por siempre. Ahora bien, en primer lugar no existe tal 'hecho'. En segundo lugar, Galileo no creía al principio, y con razón, que existiese tal hecho. Esto es lo que acabamos de ver. Por tanto, Galileo no tenía necesidad alguna de 'explicar determinados fenómenos recientemente detectados' (p. 151). La necesidad era puramente teórica: adaptarse, 'salvar' no ya a un fenómeno, *sino a una nueva concepción del mundo*. Para la insuficiencia de los experimentos de la época, cf. nota 102 del capítulo anterior. Stillman Drake ha dicho, en un ensayo máximamente interesante y provocativo, que 'Galileo, como físico, trató los movimientos inerciales como rectilíneos. Pero Galileo como propagandista, cuando escribe el *Diálogo*, afirma que el movimiento rectilíneo no podía ser perpetuo, aunque el movimiento circular sí lo fuera... En consecuencia, cuando en el *Diálogo* leo la glorificación metafísica de los círculos, no concluyo, como muchos historiadores, que su autor fue incapaz de romper el hechizo de las tradiciones antiguas; por el contrario, me asalta la fuerte sospecha de que Galileo perseguía en estos pasajes un propósito último' (*Galileo Studies*, Ann Arbor, 1970, 253). En apoyo de esta afirmación Drake aduce un gran número de argumentos muy convincentes. Desde luego, todo esto encaja maravillosamente bien con la ideología del presente ensayo.

Tierra es inconsistente con el experimento de la torre *si se interpreta este experimento según la dinámica antigua*. Interpretar el experimento de la torre según la dinámica antigua significa, por tanto, intentar salvar dicha dinámica de una manera *ad hoc*. Si no se desea hacer esto, hay que encontrar una interpretación diferente para el fenómeno de la caída libre. ¿Qué interpretación elegir? se necesita una interpretación que convierta el movimiento de la Tierra en una instancia refutadora de la dinámica antigua, sin prestar un apoyo *ad hoc* al movimiento de la propia Tierra. El primer paso hacia una tal interpretación consiste en establecer contacto, por vago que sea con los 'fenómenos', i. e., con la piedra que cae, y establecerlo de manera tal que el movimiento de la Tierra no resulte obviamente contradicho. El elemento más primitivo de este paso es construir una hipótesis *ad hoc* referente a la rotación de la Tierra. El paso siguiente consistiría en elaborar la hipótesis para hacer posibles predicciones adicionales. Copérnico y Galileo dieron el primer paso, que es el más primitivo. Su procedimiento parecerá rechazable sólo si se olvida que su propósito es *contrastar puntos de vista antiguos* más que *probar puntos de vista nuevos*, y si se olvida además que desarrollar una buena teoría es un proceso complejo, que tiene que empezar modestamente y que lleva mucho tiempo. Y lleva tiempo porque *el dominio de los posibles fenómenos debía ser circunscrito primero por el desarrollo ulterior de la hipótesis Copernicana*. Es mucho mejor que esta hipótesis continúe siendo *ad hoc* durante cierto tiempo y, mientras tanto, desarrollar el heliocentrismo en todas sus ramificaciones astronómicas que ahondar en las primeras ideas que, después de todo, sólo pueden defenderse con ayuda de otra hipótesis *ad hoc*.

Por tanto, Galileo empleó de hecho hipótesis *ad hoc*. Y fue bueno que lo hiciera. De no haber empleado hipótesis *ad hoc* en esta ocasión hubiera tenido que emplearlas de todos modos, pero esta vez con respecto a una teoría antigua. En consecuencia, ya que no se puede evitar ser *ad hoc* es mejor serlo respecto a una teoría nueva, pues una teoría nueva, como todas las cosas nuevas, dará un sentimiento de libertad, estímulo y progreso. Hay que aplaudir a Galileo porque prefirió proteger una hipótesis interesante a proteger una hipótesis gastada.

9

Además de interpretaciones naturales, Galileo cambia también sensaciones que parecían perjudicar a Copérnico. Admite que existen tales sensaciones, elogia a Copérnico por no haberlas tenido en cuenta, y afirma que él las ha eliminado con la ayuda de su telescopio. Sin embargo, no ofrece razones teóricas por las que debiera esperarse que el telescopio proporcione una descripción verdadera del cielo.

Repito y resumo. Se propone un argumento que refuta a Copérnico por medio de la observación. Se le da la vuelta al argumento con objeto de descubrir las interpretaciones naturales que son responsables de la contradicción. Las interpretaciones molestas se sustituyen por otras, se emplea la propaganda y el recurso a partes del sentido común distantes y altamente teóricas para desenmascarar viejos hábitos y para entronizar otros nuevos. Las nuevas interpretaciones naturales, que son formuladas también de modo explícito como hipótesis auxiliares, se establecen en parte por el apoyo que prestan a Copérnico y en parte por consideraciones de plausibilidad y por hipótesis *ad hoc*. Surge de este modo una 'experiencia' completamente nueva. Hasta este momento se carece absolutamente de evidencia independiente, pero ello no representa ninguna desventaja porque hay que esperar que el apoyo independiente tardará mucho tiempo en aparecer. En efecto, lo que se necesita para que aparezca semejante apoyo es una teoría de los cuerpos sólidos, una aerodinámica, y todas estas ciencias están aún escondidas en el futuro. *Pero su misión está ya bien definida*, pues las suposiciones de Galileo, incluidas sus hipótesis *ad hoc*, son suficientemente claras y simples para señalar la dirección de la investigación futura.

Obsérvese, dicho sea de paso, que el procedimiento de Galileo reduce drásticamente el contenido de la dinámica. La dinámica

aristotélica constituía una teoría general del cambio, que comprendía la locomoción, el cambio cualitativo, la generación y la corrupción, y además proporcionaba una base teórica a la brujería. La dinámica de Galileo y sucesores se ocupa sólo de la locomoción, y sólo de la locomoción de *materia*. Las otras clases de movimientos son dejadas a un lado con la promesa (devida a Demócrito) de que la locomoción será capaz de explicar todo movimiento. De este modo, se sustituye una teoría comprensiva y empírica del movimiento por otra teoría mucho más estrecha, más una metafísica del movimiento¹¹⁸, al igual que se sustituye una experiencia 'empírica' por una experiencia que contiene elementos especulativos. *La conrainducción*, sin embargo, parece desempeñar ahora un papel importante tanto para las teorías como para los hechos, y constituye una ayuda evidente para el avance de la ciencia. Concluimos aquí las consideraciones iniciadas en el capítulo 6 y nos volvemos a otra parte de la campaña propagandística de Galileo que se centra, no ya en las interpretaciones naturales,

¹¹⁸ La llamada revolución científica condujo a descubrimientos asombrosos y amplió de modo considerable nuestros conocimientos de física, fisiología y astronomía. Esto se consiguió dejando de lado y considerando irrelevantes, cuando no como existentes, aquellos hechos que servían de apoyo a la filosofía antigua. De este modo, toda la evidencia a favor de la brujería, la posesión demoníaca, la existencia del demonio, etc., fue eliminada de toda consideración *juntamente con* las 'supersticiones' que, en otro tiempo, dicha evidencia había confirmado. El resultado fue que 'hacia finales de la Edad Media la ciencia se separó de la psicología humana, de modo que los mayores esfuerzos de Erasmo y de su amigo Vives, los mejores representantes del humanismo, no bastaron para conseguir su aproximación, y la psicopatología quedó rezagada durante siglos detrás del curso de desarrollo iniciado por la medicina general y cirugía. Es un hecho... que el divorcio de la ciencia médica y la psicopatología fue tan marcado que esta última estuvo siempre totalmente relegada al dominio de la teología y de la ley eclesiástica y civil, dos campos que de forma natural se alejaban cada vez más y más de la medicina...' G. Zilboorg, M. D., *The medical man and the Witch*, Baltimore, 1935, 3 ss. y 70 ss. La astronomía avanzó, pero nuestro conocimiento del hombre retrocedió a una etapa anterior y más primitiva. Otro ejemplo lo constituye la astrología. 'En los primeros estadios de la mente humana', escribe A. Comte (*Cours de Philosophie Positive*, vol. III, 273-80, ed. Littré, Paris, 1936), 'los lazos que conectaban las astronomía con la biología se estudiaron desde un punto de vista muy diferente, pero al menos fueron estudiados y no se dejaron al margen de toda consideración, como es tendencia común en nuestros días, bajo la influencia restrictiva de un positivismo recién nacido e incompleto. A la quimérica creencia, sustentada por la filosofía antigua, en la influencia fisiológica de las estrellas subyace el reconocimiento, fuerte aunque confuso, de la verdad de que los hechos de la vida dependen de algún modo del sistema solar. Al igual que todas las inspiraciones primitivas de la inteligencia del hombre, este sentimiento necesitaba ser corregido por la ciencia positiva, pero no ser destruido; aunque, por desgracia, en ciencia, como en política, a veces resulta difícil reorganizar algo sin un corto período de destrucción'.

sino en el *núcleo sensorial* de nuestros enunciados observacionales.

Replicando a un interlocutor que expresaba su asombro por el pequeño número de copernicanos, Salviati, 'que está de parte de Copérnico'¹¹⁹, aduce la siguiente explicación: 'Tú te extrañas de que existan tan pocos seguidores de la opinión Pitagórica [referente al movimiento de la Tierra], mientras que yo estoy asombrado de que exista alguno en estos días que la haya abrazado y seguido. Y no podré admirar suficientemente la notoria perspicacia de quienes han considerado válida esta opinión y la han aceptado como verdadera: éstos, por motivos puramente intelectuales, han ejercido semejante violencia sobre sus propios sentidos que prefieren lo que la razón les dice a lo que la experiencia sensible claramente les muestra como contrario. Pues los argumentos contra el giro [rotación] de la Tierra que ya hemos examinado (los argumentos dinámicos discutidos antes) son, como hemos visto, muy plausibles. Además, el hecho de que Ptolemaicos y aristotélicos, junto con todos sus discípulos, los hayan considerado concluyentes, constituye ciertamente un argumento muy fuerte a favor de su eficacia. Por otra parte, las experiencias que contradicen con toda claridad el movimiento anual [el movimiento de la Tierra alrededor del Sol] son tan abrumadoras en su fuerza aparente que, repito, mi asombro no tiene límites cuando considero lo que Aristarco y Copérnico fueron capaces de hacer con la razón para superar los sentidos, de modo que, desafiando a estos últimos, aquella se convirtiese en dueña y señora de su creencia'¹²⁰.

Un poco más adelante Galileo hace la observación de que 'ellos [los copernicanos] se fiaron de lo que su razón les decía'¹²¹ y concluye su breve exposición de los orígenes del Copernicanismo diciendo que 'con la razón como guía, él [Copérnico] continuó afirmando resueltamente lo que la experiencia sensible parecía contradecir'. 'No salgo de mi sorpresa', repite Galileo, 'por el hecho de que él siempre estaba dispuesto a ratificarse en la afirmación de que Venus podría girar alrededor del Sol y que podría

¹¹⁹ *Dialogue*, *op. cit.*, 131 y 256.

¹²⁰ *Ibid.*, 328. Otras veces Galileo habla de modo más beligerante y dogmático, y, en apariencia, sin tener conciencia alguna de las dificultades mencionadas en este pasaje. Cf. sus notas preliminares a la carta dirigida a la Gran Duquesa Cristina, *Opera*, V, 367.

¹²¹ *Ibid.*, 335.

estar seis veces más lejos de nosotros en un momento que en otro, y sin embargo se ve siempre igual, cuando hay momentos que debería aparecer cuarenta veces mayor'¹²².

Las 'experiencias que contradicen con toda claridad el movimiento anual' y que 'son más abrumadoras en su fuerza aparente' que incluso los argumentos dinámicos anteriores, consisten en el hecho de que 'Marte, cuando está cerca de nosotros... tendría que verse sesenta veces mayor que cuando está en su punto más distante. Sin embargo, no se percibe semejante diferencia. Por el contrario, cuando Marte está en oposición al Sol y cerca de nosotros sólo aparece como cuatro o cinco veces mayor que cuando, en conjunción con él, se encuentra oculto detrás de los rayos del Sol'¹²³.

'Otra gran dificultad nos viene planteada por Venus que, si se mueve alrededor del Sol como dice Copérnico, unas veces estaría detrás del Sol y otras a este lado del mismo, alejándose y aproximándose hacia nosotros tanto como el diámetro del círculo que describiera.

Según esto, cuando Venus se encuentra debajo del sol y muy cerca de nosotros, su disco debería aparecernos poco menos que cuarenta veces mayor que cuando se encuentra al otro lado del sol y cerca de su conjunción. Sin embargo, la diferencia es casi imperceptible'¹²⁴.

En uno de sus primeros ensayos, '*Il Saggiatore*', Galileo se expresa todavía de modo más brusco. Al explicar a un adversario que había planteado la polémica del copernicanismo, Galileo hace la observación de que '*ni Tycho ni otros astrónomos, ni siquiera el mismo Copérnico, podían refutar claramente (a Ptolomeo) puesto que se interponía siempre en su camino un argumento muy importante sacado del movimiento de Marte y Venus*'. (Este 'argumento' se menciona de nuevo en el *Diálogo*, y es el que acabamos de citar aquí). La conclusión de Galileo es que 'los dos sistemas' (el Copernicano y el Ptolemaico) son 'seguramente falsos'¹²⁵.

Comprobamos otra vez que la idea que Galileo tenía sobre el

¹²² *Ibid.*, 339.

¹²³ *Ibid.*, 334.

¹²⁴ Para los detalles referentes al estudio de la variación de las magnitudes planetarias, cf. el Apéndice I del presente capítulo.

¹²⁵ *Il Saggiatore*, citado según *The Controversy on the Comets of 1918, op. cit.*, 184.

origen del copernicanismo difiere de modo notable de las exposiciones históricas más comunes. Galileo no señala nunca *los hechos nuevos* que prestan apoyo inductivo a la idea del movimiento de la Tierra, ni menciona ninguna observación que refute el punto de vista geocéntrico y conceda la razón al copernicanismo. Por el contrario, señala que no sólo Ptolomeo sino el mismo Copérnico están refutados por los hechos¹²⁶ y alaba a Aristarco y a Copérnico por no haber abandonado su posición ante dificultades tan enormes. Les alaba por haber procedido *contrainductivamente*.

Esta, sin embargo, no es la historia completa¹²⁷. Pues, aunque pudiera admitirse que Copérnico obraba de buena fe¹²⁸, también puede decirse que Galileo se encontraba en una posición completamente distinta. Galileo en últimas instancias inventó una nueva dinámica e inventó el telescopio. La nueva dinámica, se estará dispuesto a señalar, elimina la inconsistencia existente entre el movi-

¹²⁶ Esta afirmación se refiere al período anterior del final del siglo XVI; cf. Derek J. de S. Price, 'Contra-Copernicus: A Critical Re-Estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler', *Critical Problems in the History of Science*, ed. M. Clagett, Madison, 1959, 197-218. Price sólo se ocupa de las dificultades *cinemáticas* y *ópticas* de los nuevos puntos de vista. (Una consideración de las dificultades dinámicas fortalecería aún más su tesis). Price indica que 'un sistema geostático o heliostático que emplee círculos excéntricos (o sus equivalentes) con epiciclos centrales, puede explicar en las mejores condiciones todos los movimientos angulares de los planetas con un grado de precisión superior a 6'... exceptuando sólo la teoría especial que hace falta para explicar... Mercurio y excentuando además el planeta Marte que presenta desviaciones superiores a 30' según tal teoría. (Esto es) ciertamente mejor que la precisión de 10' establecida por el mismo Copérnico como meta satisfactoria para su teoría que era difícil de contrastar, en especial teniendo en cuenta el hecho de que la refracción (casi 1° en el horizonte) no se tomaba en consideración en tiempos de Copérnico, y que las bases observacionales de las predicciones dejaban mucho que desear.

Carl Schumacher (*Untersuchungen über die ptolemäische Theorie der unteren Planeten*, München, 1917) ha descubierto que las predicciones referentes a Mercurio y a Venus realizadas por Ptolomeo difieren a los sumo en un valor de 30' de las de Copérnico. Las desviaciones descubiertas entre las predicciones modernas y las de Ptolomeo (y Copérnico), que en el caso de Mercurio pueden alcanzar hasta 7°, se deben principalmente a constantes falsas y a condiciones iniciales, incluido un valor incorrecto de la constante de precisión. Para la versatilidad del esquema Ptolemaico, cf. N. R. Hanson, *Isis*, núm. 51, 1960, 150-8.

¹²⁷ Algunas de las afirmaciones históricas que se hacen en este capítulo y en los siguientes, hasta el capítulo II inclusive, y las inferencias obtenidas a partir de ellos, han sido impugnadas en un reciente ensayo aparecido en *Studies in the History and Philosophy of Science*, Mayo 1973, 11-46; este ensayo fue elaborado por P. K. Machamer con la ayuda de G. Buchdahl, L. Laudan y otros expertos. Una discusión del ensayo puede encontrarse en el Apéndice 2 del presente capítulo.

¹²⁸ Que no lo hacía puede verse en la nota 114, capítulo 8, y nota 124, capítulo 9 del presente ensayo.

miento de la Tierra y las condiciones que influyen sobre nosotros y las que influyen en la atmósfera¹²⁹. El telescopio, por su parte, eliminaría el conflicto 'aún más evidente' entre los cambios del brillo aparente de Marte y Venus tal y como se predicen sobre la base del esquema copernicano y como se perciben por el 'ojo desnudo'. Este punto de vista, dicho sea de paso, es también el de Galileo. Este último admite que 'si no fuera por la existencia de un sentido superior y mejor que el sentido común y natural, que uniera sus fuerzas con las de la razón, hubiera sido mucho más recalcitrante para con el sistema copernicano'¹³⁰. Dicho 'sentido superior y mejor' es, desde luego, el *Telescopio*, uno se siente inclinado a señalar que el procedimiento, en apariencia contrainductivo, fue de hecho un proceso de inducción (o de conjetura más refutación más nueva conjetura), *pero basado ahora sobre una experiencia mejor*, que contiene no sólo mejores interpretaciones naturales sino además un núcleo sensorial mejor del que disponían los predecesores aristotélicos de Galileo¹³¹. Vamos a examinar ahora este punto con cierto detalle.

El telescopio es 'un sentido superior y mejor' que proporciona evidencia nueva y más fiable para juzgar cuestiones astronómicas. ¿Cómo se examina esta hipótesis y qué argumentos se ofrecen en su favor?

En el *Sidereus Nuncius*¹³² obra que contiene sus primeras observaciones con el telescopio y que constituyó la primera contribución importante para su fama, Galileo escribe que 'consiguió (la construcción de su telescopio) a través de un profundo estudio de la teoría de la refracción'. Esta afirmación sugiere que Galileo tenía *razones teóricas* para preferir los resultados de las observaciones telescópicas a las observaciones realizadas con el ojo desnudo. Pero la razón particular que aduce —su conocimiento profundo de la teoría de la refracción— no es correcta ni *suficiente*.

Dicha razón no es correcta porque existen serias dudas respecto al conocimiento que poseía Galileo de aquellas partes de la óptica física de su tiempo que eran relevantes para la comprensión

¹²⁹ Ptolomeo, *Syntaxis*, i, 7.

¹³⁰ *Dialogue*, *op. cit.*, 328.

¹³¹ Para este punto de vista, cf. Ludovico Geymonat, *Galileo Galilei*. Trad. al inglés de Stillman Deake, Ne5 York, 1965 (primera edición italiana, 1957), 184.

¹³² *The Sidereal Messenger of Galileo Galilei*. Trad. al inglés de E. St. Carlos, Londres, 1880, reeditado por Dawson's of Pall Mall, 1960, 10.

de los fenómenos telescópicos. En una carta a Giuliano de Medici del 1 de Octubre de 1610¹³³, más de medio año después de la publicación de su *Sidereus Nuncius*, Galileo le pide una copia de la *Optica* de Kepler, escrita en 1604¹³⁴, indicándole que aún no había podido obtenerla en Italia. Jean Tarde, quien en 1614 había pedido información a Galileo sobre la construcción de telescopios de amplificación prefijada, registra en su diario que Galileo consideraba el asunto como muy difícil y que la *Optica* de Kepler de 1611¹³⁵ le había parecido tan oscura que 'seguramente no la entendería ni su propio autor'¹³⁶. En una carta a Liceti, escrita dos años antes de su muerte, Galileo hace la observación de que, hasta donde él estaba enterado, la naturaleza de la luz yacía todavía en la oscuridad¹³⁷. Aun cuando consideremos estas afirmaciones con el cuidado que requiere el caso de un autor extravagante como Galileo, hemos de admitir que sus conocimientos de óptica eran, con mucho, inferiores a los de Kepler¹³⁸. A la misma conclusión

¹³³ Galileo, *Opere*, Edit. Naz., X, 441.

¹³⁴ *Ad Vitellonem Paralipomena quibus Astronomiae Pars Optica Traditur*, Frankfurt, 1604. Las citas de esta obra se harán según la edición de Franz Hammer, *Johannes Kepler, Gesammelte Werke*, vol. II, Munich, 1939, y nos referiremos a ella como la 'óptica de 1604'. Era la única óptica útil que existía en este tiempo. El motivo que despertó la curiosidad de Galileo fue, con toda seguridad, las muchas referencias a esta obra que hace Kepler en su réplica al *Sidereus Nuncius*. Para la historia de esta réplica, cf. *Kepler's Conversation with Galileo's Sidereal Messenger*. Trad. inglesa de E. Rosen, New York, 1865. Las muchas referencias a la primera obra contenidas en esta *Conversation* fueron interpretadas por algunos enemigos de Galileo como un signo de que 'la máscara había sido arrancada de su cara' (G. Fugger a Kepler, 28 de mayo de 1610, Galileo, *Opere*, vol. X, 361) y de que él (Kepler) era 'quien se la había arrancado', Maestlin to Kepler, 7 de agosto (Galileo, *Opere*, vol. X, 428). Galileo debió recibir la *Conversation* de Kepler antes del 7 de mayo (*Opere*, X, 349) y acusa el recibo de la misma en carta a Kepler del 19 de agosto (*Opere*, X, 421).

¹³⁵ *Dioptrice*, Augsburg, 1611, *Werke*, vol. IV, Munich, 1941. Esta obra se escribió después de los descubrimientos de Galileo. La referencia que Kepler hace de ellos en el prefacio ha sido traducida por E. St. Carlos, *op. cit.*, 37, 79 ss. El problema al que se refiere Tarde se trata de la *Dioptrice* de Kepler.

¹³⁶ Geymonat, *op. cit.*, 37.

¹³⁷ Carta a Liceti del 23 de junio de 1640. *Opere*, VIII, 208.

¹³⁸ Kepler, el autor más notable y estimable de entre los contemporáneos de Galileo, da una clara explicación de las razones por las que, a pesar de sus conocimientos superiores en materia de óptica, 'rechazó el proyecto de construir el artefacto'. 'Usted, sin embargo', dirigiéndose a Galileo, 'merece mi elogio. Pues, dejando a un lado todos los recelos, se centró directamente en la experimentación visual' (*Conversation*, *op. cit.*, 18). Falta por añadir que Galileo, debido a su deficiente conocimiento de la óptica, no tenía ningún 'recelo' que desear: 'Galileo... era completamente ignorante en la ciencia de la óptica, y no es demasiado atrevido suponer que esta ignorancia fue un accidente feliz tanto para él

llega el profesor E. Hoppe, quien resume la situación del siguiente modo:

'La afirmación de Galileo de que, habiendo tenido noticias del telescopio de Duque, reconstruyó el aparato mediante cálculo matemático, debe tomarse con mucha precaución; pues en sus escritos no se encuentra cálculo alguno y el informe, por carta, que hace de su primer esfuerzo dice que no había disponibles lentes mejores; seis días después encontramos a Galileo camino de Venecia con una pieza mejor para ofrecerla como regalo al Duque Leonardo Donati. Todo esto no se parece en nada a un cálculo; se parece más a un procedimiento de ensayo y error. El cálculo pudo haber sido muy bien de una clase diferente, y en esto sí tuvo éxito, pues el 25 de agosto de 1609 su salario se había multiplicado por tres¹³⁹.

como para la humanidad en general', Ronchi, *Scientific change*, ed. Crombie, Londres, 1968, 550.

¹³⁹ *Die Geschichte der Optik*, Leipzig, 1926, 32. Este juicio de Hoppe sobre la invención del telescopio es compartido por Wolf, Zinner y otros. Huyghens señala que habría sido necesaria una inteligencia sobrehumana para inventar el telescopio basándose en la física y geometría disponibles. Después de todo, dice Huyghens, todavía no comprendemos el funcionamiento del telescopio. ('Dioptrica', *Hugenii Opuscula Postuma*, Ludg. Bat., 1903, 163, parafraseada por A. G. Kästner, *Geschichte der Mathematik*, vol. IV, Göttingen, 1800, 60).

Varios autores, cuya falta de imaginación y temperamento encaja perfectamente bien con sus elevados standards morales, quedaron desilusionados ante las numerosas pruebas de debilidad humana que ofrece Galileo, y han intentado por todos los medios explicar sus acciones como un resultado de elevados (y estériles) motivos. Un episodio poco importante, como es el silencio de Galileo acerca de los descubrimientos de Copérnico en su *Trattato della Sfera* (*Opere*, II, 211 ss. En este lugar se menciona la idea del movimiento de la Tierra, pero no el nombre de Copérnico), en un tiempo en que, según algunos, Galileo había aceptado ya el credo copernicano, ha provocado una investigación de altos vuelos y ha conducido a alguna conveniente hipótesis *ad hoc* incluso en autores tan desenfadados como L. Geymonat (*op. cit.*, 23). Sin embargo, no existe ninguna razón por la que un hombre, y un hombre extremadamente inteligente por cierto, debiera conformarse a los criterios de los cuadros académicos de hoy día, y por la que no debiera intentar seguir su propio camino para promover sus intereses. Ciertamente, no deja de ser un extraño principio moral aquel que exige a un pensador ser un portavoz que sólo 'expresé' lo que crea ser 'verdad' y que nunca mencione lo que crea que no lo es. (¿Es esto lo que exige la búsqueda contemporánea de la autenticidad?). Un punto de vista tan puritano como el que acabamos de mencionar constituye una base demasiado ingenua para comprender a un hombre de finales del Renacimiento y principios del Barroco. Además, el charlatán Galileo tiene un carácter mucho más interesante que el estrecho 'investigador de la verdad' al que, normalmente, se nos incita a reverenciar. Por último, y como hemos visto, *sólo por medio de juegos de manos podía conseguirse progreso en esta época*. Cf. también la nota 19 del presente capítulo.

Las maquinaciones propagandísticas de Galileo están influidas por el reconoci-

Procedimiento de ensayo y error quiere decir que 'en el caso del telescopio, fue la *experiencia* y no las matemáticas lo que llevó a Galileo a una fe firme en la fiabilidad de su invento'¹⁴⁰. Esta segunda hipótesis sobre el origen del telescopio, *también* se encuentra apoyada por el testimonio de Galileo, cuando éste escribe que ha comprobado el telescopio 'cien mil veces sobre cien mil estrellas y otros objetos'¹⁴¹. Semejantes comprobaciones alcanzaron grandes y sorprendentes éxitos. La bibliografía contemporánea —cartas, libros y octavillas de chismes— testifica la impresión extraordinaria que produjo el telescopio como medio para mejorar la *visión terrestre*.

Julio César Lagalla, profesor de filosofía en Roma, describe una reunión que tuvo lugar el 16 de Abril de 1611, y en la que Galileo hizo una demostración de su invento: 'nos encontrábamos en la cima del Janiculum, cerca de la puerta de la ciudad llamada

miento de que las instituciones establecidas, las condiciones sociales y los prejuicios pueden obstaculizar la aceptación de las nuevas ideas, y por el reconocimiento de que, en consecuencia las nuevas ideas han de introducirse de manera 'indirecta' intentando lazos entre las circunstancias de su origen y las fuerzas que podrían poner en peligro su supervivencia. Haciéndolo así en el caso de la doctrina copernicana, Galileo se salió más de una vez del recto camino de la verdad (cualquier cosa que esto pueda ser). En su carta a la Gran Duquesa Cristina (citada según St. Drake, *Discoveries and Opinions of Galileo*, New York, 1957, 17-8) dice Galileo que 'Copérnico... no sólo era católico, sino que además era sacerdote y canónigo. Era tan estimado por la Iglesia que cuando el Concilio Laterano, convocado por León X, tomó la decisión de corregir el calendario eclesiástico, Copérnico fue llevado a Roma desde la región más remota de Alemania para encargarse de la reforma'. Pero en realidad, Copérnico nunca recibió las Ordenes, no fue llamado a Roma, y el calendario gregoriano se decidió contra Copérnico. ¿Entonces, por qué Galileo falseó este aspecto de la biografía de Copérnico? ¿Se comprometió, como fiel católico, en el valiente intento de salvar a su iglesia de cometer el grave disparate [?] de condenar como herético al Copernicanismo? A lo largo de su febril campaña, Galileo hizo varias afirmaciones históricas falsas sobre Copérnico, encaminadas todas ellas a unir al astrónomo revolucionario con la Iglesia Católica Romana de forma mucho más íntima de lo que autorizaban los propios hechos'. Rosen, biografía de Copérnico en *Three Copernican Treatises*, New York, 1971, 320. Esto nos recuerda la observación de Kant referente a que mentir 'por ahora (puede) tener la función de hacer salir a la humanidad de su rudo pasado', *Crítica*, B 776, 15.

¹⁴⁰ Geymonat, *op. cit.*, 39.

¹⁴¹ Carta a Carioso, 24 de mayo de 1616, *Opere*, X, 357; Carta a P. Dini, 12 mayo de 1611, IX, 106: 'y no puede ponerse en duda que, durante un período de dos años, he comprobado mi instrumento (o mejor dicho, docenas de instrumentos) sobre cientos de miles de objetos, próximos y lejanos, grandes y pequeños, luminosos y opacos; por tanto, no veo cómo pueda haber en la cabeza de alguien que yo haya quedado ingenuamente defraudado por mis observaciones'. Los ciento de miles de experimentos nos traen a la memoria uno de Hooke, y son, con toda probabilidad, igualmente espúreos. Cf. nota 151 del capítulo 10.

del Espíritu Santo, donde se dice que en otro tiempo se levantaba la villa del poeta Marcial, y que ahora es propiedad del Muy Reverendo Malvasia. Sirviéndonos de este instrumento, veíamos el palacio del muy ilustre Duque Altemps, situado en las colinas de Toscana, de forma tan clara que con toda facilidad podíamos contar cada una de sus ventanas, incluidas las más pequeñas; y nos encontrábamos a una distancia de dieciseis millas italianas. Desde el mismo lugar, podíamos leer las epístolas de la galería, que Sixto mandó construir en Letrán para las bendiciones, de forma tan clara que incluso distinguíamos los espacios esculpidos entre las epístolas, y la distancia es por lo menos de dos millas¹⁴².

Otras informaciones confirman este suceso y otros similares: Galileo¹⁴³ mismo se refiere al 'número e importancia de los beneficios que cabe esperar aporte el instrumento para su uso en tierra o

¹⁴² Lagalla, *De phaenomenis in orbe lunae novi telescopie usa a D. Galileo Galilei nunc iterum suscitatio physica disputatio* (Venecia, 1612), 8, citado según E. Rosen, *The Naming of the Telescope*, New York, 1957, 54. Los informes regulares (Arzisi) del Ducado de Urbino sobre los sucesos y chismes que corrían por Roma contienen la siguiente noticia del Suceso: 'Galileo Galilei, el matemático, llegó desde Florencia antes de la Pascua de Resurrección. El anteriormente profesor de Padua, está contratado en la actualidad por el Gran Duque de Toscana con un salario de 1.000 escudos. Galileo ha observado el movimiento de las estrellas con el *occhiali*, que él ha inventado o, mejor dicho, perfeccionado. Contra la opinión de todos los filósofos antiguos, declara que existen cuatro estrellas o planetas más, que son satélites de Jupiter y a las que Galileo llama los cuerpos Mediceos, así como dos acompañantes de Saturno. Galileo ha discutido su punto de vista con el jesuita padre Clavius. El jueves por la noche, en la propiedad de Monseñor Malvasia situada al otro lado de la puerta de S. Pancracio, un lugar alto y abierto, se celebró un banquete en su honor ofrecido por Federico Cesi, marqués de Monticelli y sobrino del Cardenal Cesi, quien iba acompañado de su pariente Paul Monaldesco. Entre los reunidos se encontraba Galileo; un flamenco llamado Terrentino; Persio, del séquito del cardenal Cesi; (La) Galla, profesor en la universidad de Roma; el Griego, matemático del cardenal Gonzaga; Piffari, profesor en Siena; y unas ocho personas más. Algunos de ellos acudieron expresamente para llevar a cabo esta observación, y aun cuando permanecieron reunidos hasta la una de la mañana, no llegaron a un acuerdo en sus respectivos puntos de vista (citado según Rosen, *op. cit.*, 31).

¹⁴³ *Sideral Messenger*, *op. cit.*, II. Según Berellus (*De Vero Telescopii Inventore*, Hague, 1656, 4), Moritz comprobó inmediatamente el valor militar del telescopio y ordenó que el invento atribuido por Berellus a Zacharias Jansen se mantuviera en secreto. Así pues, el telescopio empezó siendo, al parecer, un arma secreta y sólo después se aplicó a usos astronómicos. Existen muchas anticipaciones del telescopio en la literatura de la época, pero en su mayor parte pertenecen al dominio de la *magia natural* y se usaban de acuerdo con ella. Un ejemplo lo constituye Agrippa von Nettesheim, quien en su libro sobre filosofía oculta (escrito en 1509, libro II, capítulo 23) escribe: 'et ego novi ex illis miranda conficere, et specula in quibus quis videre poterit quacunque voluerit a longissima distantia'.

mar'. El *éxito terrestre* del telescopio estaba, por tanto, asegurado. Pero su aplicación a las *estrellas* constituía un asunto completamente diferente.

'Así pues, puede suceder que el juguete de una época llegue a convertirse en el tesoro precioso de otra'. Henry Morley, *The Life of Cornelius Agrippa von Nettesheim*, vol. II, 166.

APENDICE 1

Las variaciones en magnitud de los planetas desempeñó ocasionalmente un importante papel en el desarrollo de la teoría planetaria. Según Simplicio, *De Coelo*, II, 12, Aristóteles se había percatado del fenómeno pero no revisó su astronomía de las esferas concéntricas. Hiparco ordenó las magnitudes de las estrellas fijas en una escala numérica, desde el 1 (las estrellas más brillantes) al 6 (estrellas apenas visibles), estableciendo esta escala de estrellas según la visibilidad que exhibían al amanecer Zinner, *Entstehung und Ausbreitung der Kopernikanischer Lehre*, Erlangen, 1943, 30), después de ello infirió movimientos radiales a partir del cambio de brillo en las estrellas fijas (Plinio, *Hist. Nat.*, II, 24) y en los planetas (II, 3). Ptolomeo, *Syntaxis*, IX, 2, define el objeto de la teoría planetaria como la tarea de mostrar que 'todas las anomalías aparentes se resuelven con la ayuda del movimiento circular de (velocidad angular constante), y procede a tratar las dos anomalías del movimiento *sin* mencionar siquiera el brillo de las estrellas. Ptolomeo 'salva' las anomalías en el sentido de que las explica en términos de círculos que se mueven con velocidad angular constante, pero *no* en el sentido de que descubra una fórmula *arbitraria* para predecir fenómenos (F. Krafft, *Beiträge zur Geschichte der Wissenschaft und Technik*, Núm. 5, Wiesbaden, 1955, 5 ss., defiende que este sentido de 'salvar' es el sentido correcto). De acuerdo con Simplicio, *De Coelo*, II, 12, y Proclo, *Hypotyposis*, I, 18, los fenómenos que han de 'salvarse' en este sentido *incluyen* el hecho de que 'los planetas mismos cambian de brillo' y este cambio queda salvado 'por las excéntricas y epiciclos' (*Hypot.*, VII, 13). Posteriormente, cuando la maquinaria a base de epiciclos se consideró un mero artificio de cálculo (para referencias cf. Duhem, *To save the Phenomena*, Chicago, 1969), el cambio de brillo fue eliminado del dominio de los fenómenos que habían de salvarse, e incluso se empleó ocasionalmente como argumento contra una interpretación literal del cambio de distan-

cia entre la Tierra y el planeta en cuestión (ver más adelante, cuando se habla de Osiander). Sin embargo, algunos astrónomos emplearon la discrepancia entre la variación de distancia, calculada según alguna versión de la doctrina de Ptolomeo, y los cambios reales en magnitud, como argumento contra el sistema de epiciclos. Ejemplos de estos últimos son Enrique de Hesse, *De improbatione concentricarum et epicyclorum* (1364), y el maestro Julmann, *Tractatus de reprobationibus epicyclorum et eccentricorum* (1377) (parafraseado por Zinner, 81 ss.). De acuerdo con Enrique de Hesse, el brillo de Marte, según los cálculos efectuados por al-Farghani, varía en una proporción de, aproximadamente, 1:100; mientras que si comparamos a Marte con una bujía situada primero a una distancia tal que la bujía se asemeje a Marte en su momento de más brillo, y luego la trasladamos a una distancia diez veces mayor, se descubre que debería ser invisible en su mínimo. El maestro Julmann calcula los cambios de magnitud en 42: 1, para el caso de Venus, 11: 1 para Marte, 4: 1 para la luna y 3: 1 para Júpiter, todos estos cálculos, dice Julmann, están en contradicción con las observaciones. Regiomontano se refiere a cambios improbables de brillo en Venus y Marte (Zinner, 133).

Empleando los datos de *Syntaxis*, X, 7, un cálculo para Marte arroja una variación del diámetro, de aproximadamente, 1: 8; y una variación del disco de 1: 64 (lo cual de acuerdo con la óptica de Euclides, se considera la medida correcta de la variación del brillo). La variación real es de cuatro magnitudes, a saber entre 1: 16 y 1: 28, i. e.: *entre una y cuatro magnitudes diferentes de las magnitudes calculadas* (esta amplitud se debe a la amplitud en la base de las magnitudes). En el caso de Venus la diferencia todavía es más notable. Copérnico, *De Revol.*, capítulo 10, parágrafo último, y Rheticus, *Narratio Prima* en E. Rosen (ed.), *Three Copernican Treatises*, New York, 1969, 137, considera que el problema está solucionado, pero no lo está. En el *Comentariolus*, los valores para Marte son los siguientes: radio del 'gran círculo', 23; radio del deferente, 38; radio del primer epiciclo, 5 (cf. Rosen, *op. cit.*, 74, 77), en consecuencia la distancia más larga/la distancia más corta $\sim 50 + (38-25) + 5 / (38-25) - 5 \sim 8$ como antes (Galileo, *op. cit.*, 321 s., da el valor 1 : 8 para Marte y 1 : 6 para Venus); si las estimaciones de las magnitudes disponibles en los siglos XIV hasta el XVII eran suficientemente precisas para descubrir una discrepancia entre predicciones ptolemaicas y las variaciones

reales —y Enrique de Hesse, Regiamontano y Copérnico creían que lo eran— *entonces el problema de las magnitudes planetarias aparece en Copérnico sin cambio alguno* (ésta es también la opinión de Derek Price, 'Contra Copernicus', *loc. cit.*, 213).

El malicioso Osiander es consciente de esta situación, menciona el problema en su introducción al *De Revol.* y lo convierte en un argumento a favor del carácter 'hipotético', es decir, instrumentalista, de la cosmología copernicana. He aquí sus palabras: 'No es necesario que estas hipótesis sean verdaderas; ni siquiera es necesario que sean probablemente verdaderas; es suficiente con que conduzcan a cálculos que estén de acuerdo con los resultados observacionales, *excepto* para aquéllos que sean tan ignorantes en materia de geometría y de óptica que estén dispuestos a considerar el epiciclo de Venus como algo verdadero y a asumir que dicho epiciclo es la causa de que Venus vaya unas veces cuarenta grados (o más) delante del sol, y otras veces la misma distancia detrás de él. *Pues quien no ve que esta suposición implica necesariamente que el diámetro del planeta, cuando se encuentra cerca de la Tierra debe ser cuatro veces mayor que cuando dicho planeta se encuentra en el punto más alejado de la Tierra, y que su cuerpo debe ser más de sesenta veces mayor; hecho éste que está contradicho por la experiencia de todos los tiempos*'. (El subrayado es mío).

El pasaje que acabo de subrayar suele ser suprimido tanto por los críticos como por los amigos de Osiander (Duhem, 66, aduce citas de Osiander anteriores y posteriores a este pasaje, pero omite el pasaje mismo), sin embargo estas líneas explican la naturaleza de su instrumentalismo. Sabemos que Osiander era instrumentalista por razones filosóficas tanto como por razones tácticas (carta a Rheticus del 20 de abril de 1541, reimpresa en K. H. Burmeister, *Georg Joachim Rheticus*, III, Wiesbaden, 1968, 25) y porque el instrumentalista contaba con una poderosa tradición en astronomía (carta a Copérnico del 20 de Abril de 1541, traducida en Duhem, 68). Ahora nos percatamos de que además tenía razones físicas para sustentar esta filosofía. Copérnico interpretado de modo realista, era inconsistente con hechos obvios. Popper no menciona este punto en su pomposo 'Three Views concerning Human Knowledge', *Conjectures and Refutations*, New York, 1962, 91 ss., donde se cita el pasaje anterior de Osiander, pero sólo hasta la palabra 'excepto' que introduce las razones físicas de su maniobra.

De este modo, el Osiander de Popper parece ser un filósofo dogmático Popperiano: toma las refutaciones completamente en serio. Cf. además mi ensayo 'Realism and Instrumentalism' en *The Critical Approach*, compil. Bunge, New York, 1964. El argumento de Osiander es examinado y rechazado de modo contundente por Bruno, *La Cena de le Ceneri, Opere Italiane*, I, ed. Gentile, Bari, 1907; 64: 'La magnitud aparente de un objeto brillante no nos permite inferir su magnitud real o su distancia'. Esto es verdad, pero Galileo no lo acepta, pues necesitaba de esta dificultad en orden a aumentar su propaganda del telescopio.

APENDICE 2

El ensayo de Machamer, aun cuando se propone convertir a Galileo en un guía autorizado y en un docto metodólogo, no invalida mi argumento principal: Galileo violó reglas importantes del método científico que fueron inventadas por Aristóteles, corregidas o mejoradas por Grosseteste (entre otros), y canonizadas por los positivistas lógicos (tales como Carnap y Popper); Galileo tuvo éxito precisamente porque no siguió dichas reglas; sus contemporáneos, con muy pocas excepciones, superaron dificultades fundamentales que existían en aquella época, y la ciencia moderna se desarrolló con rapidez y en la dirección 'correcta' (desde el punto de vista de los amantes de la ciencia de hoy día), debido precisamente a esta negligencia. *¡Bienaventurada ignorancia!* Y al revés, una aplicación más precisa de los cánones del método científico, una búsqueda más precisa de los hechos relevantes, una actitud más crítica, lejos de acelerar el desarrollo de la ciencia, la hubiese conducido a su estancamiento. Tales son los puntos que he pretendido establecer en mi estudio de Galileo. Teniendo en cuenta estos puntos ¿qué podemos decir sobre los argumentos de Machamer y seguidores?

'Al examinar un punto determinado', escribe Machamer, 'Feyerabend sistemáticamente... ignora otros pasajes relevantes'; con ello Machamer quiere decir que yo sólo examino los que creo ser los puntos débiles de Galileo y que paso por alto los muchos argumentos maravillosos que éste tiene en favor del movimiento de la Tierra. Teniendo en cuenta mi objetivo, hubiera podido obrar impunemente así; pues en orden a mostrar que la afirmación 'todos los cuervos son negros' se defiende con medios cuestionables, es suficiente con producir un cuervo blanco y descubrir los intentos de ocultarlo, convirtiéndolo en un cuervo negro o amedrentando a la gente para que crea que es realmente negro; se pueden ignorar impunemente los muchos cuervos negros que existen fuera de toda duda. En orden a mostrar que 'la Tierra se mueve' se defiende con

medios cuestionables, es suficiente con producir una sola dificultad a este punto de vista y descubrir todos los intentos de ocultarla o de convertirla en una evidencia que apoye a dicho punto de vista, también aquí se pueden ignorar impunemente los buenos tantos que tiene la hipótesis a su favor que, dicho sea de paso, son mucho más frágiles y ambiguos en el caso de Galileo que en el caso de los cuervos: las *fases de Venus* que menciona Machamer, no hacen más plausible el movimiento terrestre, como él mismo (¡Tycho!) observa; y Galileo las traza también erróneamente, añadiendo así evidencia *contra* su punto de vista. La *teoría de las mareas*, que Machamer introduce en un lugar prominente como un argumento muy importante en favor del movimiento de la Tierra, sólo puede asumir esta función haciendo caso omiso de sus dificultades (que eran lo suficientemente grandes como para ser conocidas incluso por el marinero más torpe), de la misma forma que Galileo decidió hacer caso omiso de la evidencia contra el movimiento de la Tierra (esto lo admite Machamer, 9). El hecho —sí es que ello constituye un hecho— de que algunas inteligencias menores, de entre los contemporáneos de Galileo, encontraran su teoría interesante, se familiarizaran con ella y trabajaran en ella, sólo prueba mi punto de vista, a saber que la investigación viola siempre las reglas metodológicas más importantes y no puede proceder de otra forma. La *mayor coherencia* del sistema copernicano, p. 12, constituye un ejemplo especialmente malo para Machamer y un ejemplo especialmente bueno para mí: en el *Comentariolus Copérnico* había producido un sistema que era simple, y más coherente que el sistema Ptolemaico. Pero cuando publicó el *De Revolutionibus*, la mayor simplicidad y coherencia habían desaparecido ante la exigencia de una representación precisa de los movimientos planetarios. Galileo hizo caso omiso de esta pérdida de coherencia y simplicidad, pues hizo caso omiso de todos los epiciclos. Volvió a una teoría aún más primitiva que la teoría del *Comentariolus* que es empíricamente inferior a la de Ptolomeo. Yo no le critico por ello (ni por su silencio sobre el problema del movimiento planetario). Muy al contrario, pienso que era la única forma en que podía progresarse. En orden a conseguir progreso, hemos de retroceder respecto de la evidencia, reducir el grado de adecuación empírica (el contenido empírico) de nuestras teorías, abandonar lo que ya hayamos conseguido, y empezar de nuevo. Casi todos los metodólogos contemporáneos, incluido Machamer,

piensan de otro modo; y éste es el punto de vista que desco defender.

Para resumir esta parte del debate: teniendo en cuenta mi propósito, podía omitir impunemente los «argumentos» que ofrece Galileo en favor del movimiento de la Tierra. Ahora bien, *añadir* al debate estos argumentos refuerza mi punto de vista.

Ahora es el momento de hacer algunas observaciones metodológicas de carácter menor. En primer lugar, Machamer a menudo interpreta mal mi forma de argumentar. Así por ejemplo, me pone la objeción de que yo diga que la óptica de Kepler está refutada por hechos simples, puesto que yo mismo he afirmado también que las teorías no pueden ser refutadas por los hechos. Esta objeción sería válida si en el pasaje en cuestión estuviera hablando de *mí mismo*. Si ello fuera así, me hubiera visto forzado a replicar: 'Pero mi querido P.K.F., ¿no recuerdas que has dicho antes que las teorías no pueden refutarse ni siquiera por el más grande de los hechos?' Pero yo no hablaba de mí mismo. Me dirigía a quienes *aceptan* la regla de la *falsación*, y para *ellos* el ejemplo plantea una duda. Los lógicos estarán prontos a calificar esta afirmación como un *argumento ad hominem*, y esto es exactamente: en mi ensayo me dirijo a *seres humanos*. No me dirijo ni a los perros ni a los lógicos. Observaciones similares se aplican a muchos otros comentarios de Machamer. (Dicho sea de paso, no aceptaré nunca la lectura 'benigna' que hace Machamer de mis palabras en la nota 13. Mi argumento es mucho más eficiente de lo que él está dispuesto a admitir).

En segundo lugar, Machamer evoca a menudo el fantasma de los artículos que escribí hace siglos (¡tiempo subjetivo!) para combatir algo de lo que he escrito más recientemente. En esto Machamer está influido sin duda alguna por aquellos filósofos que, habiendo hecho algún pequeño descubrimiento vuelven a él una y otra vez por no tener nada nuevo que decir y convierten este defecto (la ausencia de ideas) en una virtud suprema, a saber, la virtud de la consistencia. Cuando escribo un artículo, he olvidado ya por lo general lo que escribí antes y el empleo de argumentos antiguos se hace con el riesgo propio de este nuevo empleo.

En tercer lugar, Machamer interpreta de modo erróneo incluso aquellas ideas que todavía sigo sosteniendo. Nunca he dicho, como Machamer cree, que *dos* teorías rivales cualesquiera sean inconmensurables (nota 35). Lo que *he dicho* es que *ciertas* teorías

rivales, las llamadas teorías 'universales', o teorías 'no-instanciales', *si se interpretan de cierta forma*, tal vez no puedan compararse con facilidad. En particular, nunca he supuesto que Ptolomeo y Copérnico sean inconmensurables. No lo son.

Volvamos a la historia. Machamer intenta mostrar que la trama histórica del telescopio fue muy diferente a como yo la cuento. Para ver quién tiene razón y quién está equivocado voy a repetir cómo entiendo que fue el asunto. Mi alegato es doble. 1) las teorías ópticas que existían en la época no eran idóneas para servir como fundamento teórico de la construcción del telescopio, y parte de dichas teorías revelaron una fiabilidad dudosa después de haber sido inventadas; 2) Galileo no conocía las teorías ópticas de su tiempo.

Al examinar 2), Machamer señala con gran despliegue de erudición que Galileo sabía que la luz se propaga en línea recta, y que se refleja con ángulos iguales y que tenía además nociones básicas de triangulación, (a esto se reducen sus referencias de las pp. 14 y 15). *¡Sancta simplicitas!* Es lo mismo que si en una conferencia sobre ecuaciones diferenciales dijera que Strawson y sus colaboradores no saben matemáticas y se levantara alguien para decirme que Strawson conoce la tabla de multiplicar. Cuando digo que Galileo no conocía la óptica, ello no implica que no conociera la óptica para niños. Lo que quiero decir es que ignoraba aquellas partes de la óptica que *en la época en cuestión eran necesarias para construir el telescopio*, dando por supuesto que la construcción del telescopio fue el resultado de un conocimiento de los principios básicos de la óptica. ¿Cuáles eran estos principios?

Había dos elementos en la óptica de principios del siglo diecisiete que eran necesarios, pero no suficientes, para comprender el telescopio. Ninguno de ellos estaba elaborado con mucho detalle, ni se encontraban combinados en un cuerpo coherente de teoría. Estos principios eran *a*) un conocimiento de las imágenes producidas por las lentes, y *b*) un conocimiento de las cosas vistas a través de una lente.

El primer elemento es puramente físico. En ninguna parte de la bibliografía óptica que Machamer cita, se encuentra explicación alguna de las imágenes proyectadas por una lente convexa. Las imágenes pinhole fuera de las lentes fueron bastante difíciles de explicar (cf. las contorsiones que hace Pecham en su *Perspectiva*, *John Pecham and the Science of optics*, ed. David Lindberg,

Madison - Londres, 1970, 67 ss.). La explicación correcta (fuera de las lentes) la proporcionó Maurólico, pero su obra se publicó en 1611, un año después de la publicación del *Sidereus Nuncius*. Respecto al segundo elemento, que al parecer Machamer no conoce, la situación es mucho menos tranquilizadora. Pecham, consciente del fenómeno de la constancia (Lindberg, *op. cit.*, 147), subraya que 'es imposible asegurar las dimensiones de un objeto visto por rayos refractados' (p. 217), lo que significa que para Pecham, la óptica fisiológica de los medios refringentes es deficiente en un punto de máxima importancia; no nos dice qué sucede con la 'propiedad de la dimensión' en los rayos refractados. Añádase a esto el principio (Aristotélico) de que la percepción, en circunstancias extraordinarias, da resultados que no concuerdan con la realidad, y las dificultades de a) y b), consideradas por separado, aparecerán claras.

En el telescopio, los dos procesos se combinan para producir un solo efecto. Desde el punto de vista *teórico*, no existía ninguna forma de conseguir semejante combinación a no ser sobre la base de principios completamente nuevos. Estos principios, algunos de ellos falsos, fueron proporcionados por Kepler en 1604 y 1611.

Hasta aquí la situación histórica. ¿Qué nos dice Machamer sobre esta situación? Machamer escribe: 'cualquiera que haya leído a Pecham... sabe que un instrumento óptico fabricado con lentes era explicable en términos de las leyes ópticas, las leyes de la refracción y de la naturaleza de la luz' (p. 18). Hemos visto que, 'cualquiera que hubiera leído a Pecham' llegaría a una conclusión completamente distinta, se habría percatado de que las 'leyes de la refracción y de la naturaleza de la luz' no son suficientes, que hay que considerar las reacciones del ojo y del cerebro, y que estas reacciones eran desconocidas en el caso de los medios refringentes. Se habría percatado de que el razonamiento que se necesita para llegar al telescopio 'es lo suficientemente tosco como para haber sido llevado a cabo por cualquiera que hubiese estudiado óptica' (nota 61) sólo si por 'óptica se entiende la óptica post-Kepleriana: Machamer, quien considera que las leyes de la refracción son suficientes para la comprensión del telescopio y que, sin decirlo, adopta el punto de vista de Kepler y lo proyecta retrospectivamente sobre Pecham (quien había argumentado contra una versión simplificada del mismo), no tiene la menor noción de los descubrimientos realizados durante la transición desde los antiguos puntos

de vista hasta los de Kepler y Descartes. En efecto, aunque las ideas (erróneas) de Kepler pueden parecer toscas a ciertos 'historiadores' del siglo xx que las han aceptado sin haberse molestado en examinarlas, el *descubrimiento* de estas ideas en las circunstancias históricas que he descrito está muy lejos de ser algo tosco. ¿Fue Galileo quien realizó este importante descubrimiento? Es muy poco probable. En sus escritos y cartas no se encuentra ninguna discusión o examen de este punto. Los libros de texto de las escuelas, tales como el de Pecham, constituirían un límite superior de complejidad que sólo se alcanzaba raras veces, y eran insuficientes. Además, estos libros apuntaban hacia la dirección equivocada. Es posible, desde luego, que Galileo, haciendo caso omiso de las leyes psicológicas enunciadas detalladamente en semejantes libros, empleara la ley de la refracción, diera por supuesto que ángulos mayores implican mayor volumen incluso en medios refringentes, y que hiciera progresos apoyándose en estas bases. No considero probable que Galileo procediese de esta forma, pero si lo hizo —y Machamer se acerca mucho a sugerir que así fue— entonces mi hipótesis quedaría aún más reforzada: Galileo consiguió progreso por hacer caso omiso de hechos importantes (tales como el fenómeno de la constancia) y de conclusiones muy juiciosas (que o bien no conocía, o no comprendía), y por promover una hipótesis falsa (incluso para Pecham, y con mucha razón por parte de este último) respecto del límite. Además, las frecuentes referencias de Machamer a los manuales tradicionales serían, en este caso, completamente irrelevantes.

Nos ocupamos ahora de la naturaleza de las observaciones telescópicas de Galileo. Yo afirmo que algunas observaciones telescópicas de Galileo fueron contradictorias mientras que otras podían corregirse por medio de observaciones realizadas a ojo desnudo. Al examinar este último punto, Machamer dice que 'desde el punto de vista histórico, ni uno solo de los contemporáneos de Galileo propuso este argumento' (nota 12). Incorrecto e irrelevante. Kepler puso objeciones a la impresión de lisura del borde de la luna e invitó a Galileo a 'investigar el asunto otra vez'. Y si nadie más propuso objeciones, ello sólo muestra que la gente no observaba con mucho cuidado y que, *por tanto*, estaban prestos a aceptar los nuevos milagros astronómicos de Galileo. Luego la ignorancia o la chapucería, fue bienaventurada. No me impresionan, en absoluto los 'cálculos' del profesor Righini (p. 23),

cualesquiera que sean. Para realizar semejantes cálculos sólo hace falta una distribución *general* de luces y sombras, cosa que Galileo probablemente hacía bien. Tampoco me impresiona el hecho de que *algunas* personas reconocieran *ciertas* cosas de la luna de Galileo. Lo que me impresiona es la gran diferencia que existe entre la luna de Galileo y lo que todo el mundo podía ver con sus ojos desnudos. Si la diferencia se debe a la pretensión de Galileo de *subrayar* ciertos aspectos de la luna que consideraba esenciales, como sospecha Machamer, entonces volvemos a mi tesis de que Galileo se desvía a menudo de los hechos para defender su causa. Hasta aquí los comentarios de Machamer.

Lo que Machamer no menciona son los aspectos paradójicos de las observaciones de Galileo, por ejemplo el hecho de que la luna parezca ser rugosa en su interior y perfectamente lisa en los bordes, o el hecho de que los planetas aumentaran mientras que las estrellas fijas perdían extensión. Nadie, excepto Kepler, se sintió incómodo ante tales discrepancias, lo que demuestra de nuevo la poca *atención* que se prestaba a las observaciones. (Fue esta *falta de atención* por parte de sus contemporáneos lo que hizo posible que Galileo consiguiese salir adelante con tanto éxito.

Machamer levanta un gran alboroto (más de tres páginas) sobre unas diez líneas que dedico a exponer la diferencia que existe entre las observaciones terrestres y las celestes. En esas diez líneas digo que existen razones físicas, así como psicológicas, que apoyan esta diferencia. Machamer hace referencia a las primeras, pero no a las segundas. Afirma, muy correctamente, que los argumentos cosmológicos se basaron desde el principio sobre triangulaciones interplanetarias y que el mismo Aristóteles supuso que la ley obedece las mismas leyes en los cielos y en la tierra. Completamente de acuerdo, pero no era éste el punto que yo quería defender. Lo que pretendía decir es que la luz, siendo 'un órgano interdepartamental,' tiene *propiedades especiales*, y que está sometida a *condiciones diferentes* en ambas regiones. Una ojeada a la historia de las teorías de la luz, desde Parménides a Einstein, confirma la primera parte de mi afirmación. La segunda parte es mucho menos patente, nadie le presta atención; y quienes se la presten en algunas ocasiones, se olvidan en otras. Las estrellas fueron consideradas como puntos de condensación de las esferas celestes (Aristóteles, *De Coelo*, 289 a 11 y ss.; Simplicio; y muchos autores medievales), había un cambio sustancial de aire en

fuego y en éter, sin embargo nadie parece haber planteado el problema de las refracciones que surgen por este hecho. Las discusiones empezaron en la época de Tycho, en su intercambio con Rothmann, y después estas discusiones fueron comentadas debidamente por Kepler. Kepler incluso hace cierto supuesto acerca de la 'esencia celeste', como una de sus razones para no construir el telescopio. 'Tú', escribe en su réplica al *Nuncius* de Galileo (ed. Rosen, 18), 'dejando de lado todo recelo... te has dedicado directamente a la experimentación visual'. Así pues, es totalmente cierto que los ópticos ignoraron las diferencias que afirmaban los cosmólogos y que triangulaban audazmente en el espacio. Al obrar así, los ópticos dieron prueba de una gran negligencia o ignorancia, o de un desprecio completo hacia las exigencias de consistencia (cosa que yo no defiende, pero que es defendida incluso por los más insignificantes metodólogos). Sin embargo, los ópticos tuvieron éxito. Una vez más, la ignorancia, la superficialidad o la torpeza resultaron bienaventuradas. Machamer, quien no presta atención a la situación histórica total sino a aquella parte que le agrada, ignora por completo este fecundo desorden. De este modo, no es en absoluto sorprendente que crea haber descubierto un error histórico en mi ensayo. (Debería añadirse que Kepler argumentó a favor de las esencias celestes a pesar de la obra de Tycho sobre los cometas y sobre la Nova de 1572, y que Galileo defendió la naturaleza atmosférica de los cometas en una fecha tan tardía como la de 1630. Todo ello muestra que 'la distinción aristotélica' entre una región celeste y una región terrestre no puede 'haberse derrumbado completamente' en 1577, como insinúa Machamer (p. 21). Dicha distinción se derrumbó para unos, pero no para otros, y no se derrumbó sin dejar huella alguna. Aquí, como en otros casos, Machamer realiza una generalización precipitada basándose en la actitud de aquellos que coinciden con su propia actitud). Estos son los problemas *físicos* de las observaciones celestes.

La situación es diferente en el caso de los problemas planteados por las observaciones telescópicas. Estos problemas fueron vistos por Pecham y otros (como Roger Bacon), y todavía permanecen (ilusión de la luna). En la época de Galileo tales problemas eran enormes y explican la existencia de extraños relatos (algunos de los cuales se examinan en mi libro). Los problemas eran comparables a los problemas de alguien que, no habiendo visto antes una lente, mira por primera vez a través de un *microscopio* muy malo. No

sabiendo qué cabe esperar (después de todo, no se encuentran pulgas del tamaño de un hombre por la calle), sería incapaz de separar las propiedades del 'objeto' de las 'ilusiones' creadas por el instrumento (distorsiones, franjas coloreadas, decoloración, etc.) y no podrá ofrecer una interpretación de los mismos objetos. En la superficie de la Tierra —con edificios, barcos, etc.— el telescopio desde luego funcionará bien; se trata de cosas familiares y nuestro conocimiento de las mismas elimina muchas distorsiones, del mismo modo que el conocimiento de una palabra o una expresión elimina las distorsiones del teléfono. Este proceso compensador no funciona en el cielo, cosa que los primeros observadores descubrieron y *comunicaron* muy pronto. Así pues, es cierto que el telescopio produce ilusiones tanto en el cielo como en las cosas terrestres (p. 20), pero sólo las ilusiones celestes constituían un problema real, por las razones que acabamos de exponer. Es interesante darse cuenta de que el efecto combinado de la diferencia física y del factor psicológico fueron constatados por Pecham quien afirma que, 'las dimensiones de las estrellas no se conocen con completa veracidad, porque el cielo es un cuerpo más sutil que el aire y el fuego' (*op. cit.*, 219).

Machamer concluye su ensayo con la siguiente advertencia: 'La Historia' dice, 'debe hacerse, y hacerse bien, antes de que puedan considerarse sus implicaciones filosóficas' (p. 46). Este es un consejo excelente; ¿pero por qué Machamer mismo no sigue este consejo? Añadiría que debe hacerse, y hacerse bien, un poco de reflexión antes de que pueda examinarse incluso el hecho histórico más simple.