





**José Granés S.**

# **NEWTON Y EL EMPIRISMO**

**Una exploración de las relaciones  
entre sus concepciones  
del conocimiento del mundo natural**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

\* Tesis elaborada bajo la dirección del Dr. Carlos B. Gutiérrez, presentada para optar por el título de Magister en Filosofía en la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional y laureada, por recomendación del jurado, por el Consejo Académico de esta Universidad.

© José Granés S.

1a. Edición 1988

© Universidad Nacional de Colombia 1988

A.A. 14490 Bogotá

ISBN: 958-17-0038-2

Impreso en Colombia por

**EMPRESA EDITORIAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

Apdo. Aéreo 37855

Bogotá I, Colombia.

# TABLA DE CONTENIDO

## PRIMERA PARTE

Pág.

### **Newton y el Empirismo Científico: dos formas distintas de entender y de hacer la Ciencia**

<i>Presentación</i> Carlos B. Gutiérrez A. ....	9
<i>A manera de prólogo</i> .....	13

## CAPITULO I

LA TEORIA DE NEWTON SOBRE LA OPTICA DE LOS COLORES Y EL DEBATE CON EL EMPIRISMO CIENTIFICO. NECESIDAD MATEMATICA Y CAUSALIDAD FISICA .....	17
1.1. La dispersión de la luz blanca. Las explicaciones corrientes del fenómeno .....	18
1.2. La investigación de Newton sobre los colores. La ley de la refracción como fundamento de la explicación .....	19
1.3. Una consecuencia de la teoría: la definición rigurosa de “color simple” y de “color compuesto” .....	26
1.4. El fundamento de la explicación newtoniana: la necesidad matemática .....	27
1.5. El lugar de la causalidad física en la investigación .....	31
1.6. La crítica de Hooke: la primacía de la causalidad mecánica .....	32
1.7. Papel de las hipótesis en la filosofía natural .....	34

## CAPITULO II

EMPIRISMO CIENTIFICO Y CAUSALIDAD FISICA ...	39
2.1. Utilitarismo y empirismo científico .....	40
2.2. Utilitarismo y causalidad Francis Bacon .....	44
2.3. Hipótesis corpuscular y causalidad Robert Boyle .....	49
2.4. Newton y el empirismo científico .....	53

## CAPITULO III

NECESIDAD MATEMATICA Y CAUSALIDAD FISICA EN EL PROBLEMA DE LA GRAVITACION UNIVERSAL .	59
3.1. Las etapas hacia la teoría matemática de la gravitación	60
a) Las primeras reflexiones sobre la atracción gravitacional (1666-1670) .....	60
b) La correspondencia con Hooke (1679-1686) .....	62
c) El “De Motu” y los “Principia” (1684-1686) .....	69
i) El desarrollo de la argumentación en el primer libro de los <i>Principia</i> .....	72
ii) El tercer libro de los <i>Principia</i> : la gravitación universal como ley de la naturaleza .....	80
(α) Las “Reglas para Filosofar”: los preceptos de la generalización .....	80
(β) La aplicación de las reglas y la gravitación universal .....	84
3.2. El problema de las causas de la gravitación .....	86
a) Las explicaciones de la gravedad por medio del éter	88
b) Las explicaciones de la gravedad por causas “no materiales” .....	94
3.3. Ley matemática y realidad .....	98

## SEGUNDA PARTE

### Newton y el Empirismo Filosófico. Divergencias y puntos de contacto en la concepción del conocimiento de la naturaleza

## CAPITULO I

EL CONOCIMIENTO DE LA NATURALEZA EN EL <i>ENSAYO SOBRE EL ENTENDIMIENTO HUMANO</i> .....	109
1.1. De lo particular a lo universal .....	109
1.2. Las sustancias y la existencia real .....	113
1.3. Conocimiento universal, certeza y realidad .....	118
1.4. El conocimiento de las sustancias y la física .....	125
1.5. Locke, Newton y el empirismo científico .....	132

## CAPITULO II

LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL EN LOS <i>PRINCIPIOS DEL CONOCIMIENTO HUMANO</i> .....	139
2.1. Las ideas abstractas, las ideas generales y el lenguaje ..	141
2.2. La sustancia material, la sustancia espiritual y la existencia de las ideas .....	144
2.3. Dios, el mundo natural y la ciencia .....	150
2.4. El signo y lo universal en las matemáticas .....	154
2.5. Berkeley y Newton .....	159
a) La crítica de Berkeley a la teoría newtoniana del movimiento .....	159
b) Causalidad eficiente, necesidad natural y explicación científica .....	164
c) Dios y el mundo .....	167

## CAPITULO III

EL PROBLEMA DEL CONOCIMIENTO EN LA FILOSOFIA DE DAVID HUME .....	169
3.1. Impresiones, ideas e ideas generales .....	172
3.2. El espacio, el tiempo y las matemáticas .....	178
3.3. La existencia de los cuerpos externos .....	186
3.4. El conocimiento y la causalidad .....	196
3.5. El método y la experiencia en Newton y en Hume ....	207
A manera de conclusión	
LA CIENCIA NEWTONIANA Y EL EMPIRISMO .....	217
1. Dos formas de explicación en la filosofía natural de Newton. La interpretación de la ciencia matemática por el empirismo filosófico .....	217
2. La relación hombre-mundo .....	226



## Reconocimientos.

El presente trabajo fue elaborado como una tesis para el postgrado de Filosofía de la Universidad Nacional. El autor quiere agradecer sinceramente a los que fueron sus profesores en los seminarios del postgrado y de manera particular a los profesores Guillermo Hoyos y Magdalena Holguín, jurados de tesis, por el interés generoso que demostraron hacia este trabajo, por la lectura cuidadosa del texto y por sus valiosos comentarios. De manera especial el autor extiende su reconocimiento al profesor Carlos B. Gutiérrez, director de la tesis, por el constante estímulo y orientación que de él recibió y por las innumerables discusiones y sugerencias que ayudaron a mejorar de manera muy sustancial el texto de este trabajo.

Por la gran importancia que ha tenido en su formación intelectual y moral, el autor no puede dejar de mencionar aquí su participación en el grupo de Investigación Educativa de la Universidad Nacional, orientado inicialmente por el profesor Carlo Federici C. y actualmente por el profesor Antanas Moccus y en el cual participan además los profesores Carlos A. Hernández, Jorge Cifarum y María Clemencia Castro.



## Presentación

Estudios y discusiones de los últimos cuarenta años en torno a la historia de la ciencia han venido matizando la imagen unitaria que se tenía de la física como arquetipo de ciencia moderna, matematizada desde sus mismos comienzos. No puede decirse lo mismo del empirismo, concepto ambiguo cuya comprensión sigue estando determinada por versiones simplistas de positivismos recientes.

El trabajo de José Granés "NEWTON Y EL EMPIRISMO" nos abre la compleja trama del siglo XVII en Inglaterra con una bien diferenciada presentación de la vertiente científica y de la vertiente filosófica del empirismo de entonces, a las que hermana no la mera contemporaneidad con la obra de Newton sino la oposición pertinaz a la concepción newtoniana de la ciencia, oposición que incide tanto en las ambivalencias teóricas de los 'Principia' como en la crisis de fundamentación filosófica de la nueva ciencia que hizo necesaria su re-fundamentación por parte de Kant.

Resulta fascinante la sobria y ordenada caracterización que hace el profesor Granés del espíritu baconiano, de clara impronta renacentista, que domina a los filósofos y a los físicos ingleses del siglo XVII. El entusiasmo por descubrir, el pragmatismo inmediateista podríamos hoy decir, los mantuvo en un activismo experimentador que con su prurito de libertad frente a la tradición desconfiaba del rigor matemático y teórico para apoyarse tan sólo en los datos de los sentidos, a caza de sorpre-

sas con un empeño cercano al de la alquimia. Lo curioso es que en tanto que rechazaban la filosofía escolástica seguían operando con las nociones clásicas de forma y sustancia como presupuestos de su mecanicismo físico. Ese primer brote de ciencia moderna carecía por completo de paradigmaticidad al no disponer de un concepto fuerte de necesidad que fuera más allá de las evidencias particulares de la observación y de la experimentación que sólo buscaban lo desconocido como tal.

Newton producirá un cambio radical en la forma de seleccionar y de explicar los fenómenos así como en el sentido y función de la investigación y de los experimentos, como ya se echa de ver en su primer artículo sobre la luz y el color de 1672. Su decidido convencimiento del carácter de necesidad de la ley lo lleva a buscar la reconciliación de los fenómenos con ella. Los experimentos se diseñan y realizan a partir de la ley; de este proceso experimental emerge la noción de objetividad. La explicación de los fenómenos en términos de causalidad mecánica, es decir, de la naturaleza sustancial de los entes en cuestión y de su interacción física se ve sustituida por la racionalidad que a partir de premisas teóricas comprende y predice según procedimientos deductivos propios de las matemáticas.

Queda, sin embargo, mucha ambivalencia en la obra de Newton. No podía ser de otra manera. Así, a pesar de que para él la necesidad matemática de la ley es un reflejo del comportamiento necesario de la naturaleza, insiste en la separación de la física y las matemáticas y en añadir a la elaboración de las teorías matemáticas de los fenómenos la búsqueda de las causas físico-mecánicas como parte esencial de la explicación. A esta ambivalencia se suman las interferencias de las convicciones religiosas de Newton y su escepticismo final en cuanto a las posibilidades de la razón humana.

De los aportes de la segunda parte del trabajo de José Granés quiero destacar el común denominador de las críticas de Locke, Berkeley y Hume a los 'Principia' tal como él nos lo presenta: reconocen todos ellos la importancia matemática de la obra, la consideran un avance en el conocimiento matemático; no creen, sin embargo, que nos acerque más al conocimiento de la realidad. Las matemáticas se componen de signos que no pueden expresar necesidad distinta a la regularidad de la experiencia que nunca va más allá de las 'ideas simples', es decir, de los elementos particulares de la percepción.

Me congratulo de haber dirigido esta disertación en cuya escrupulosidad y ponderación se refleja cabalmente la personalidad científica y académica de su autor. El hecho de que haya sido laureada por la Universidad Nacional testimonia lo que se ha logrado con el programa de post-grado en el Departamento de Filosofía gracias a la participación de personas como él.

Carlos B. Gutiérrez A.

Bogotá, junio de 1988



*El siglo XVII contempla uno de los hechos culturales de mayor importancia histórica para los siglos venideros, el nacimiento de la ciencia moderna. Este surgimiento no constituye sin embargo un proceso unitario. Se dan en él muy diversas concepciones sobre los propósitos y finalidades de la nueva ciencia, sobre las formas legítimas de conocer la naturaleza y sobre las relaciones entre el conocimiento y el mundo natural objetivo. De manera particular, se desarrollan en Inglaterra con un extraordinario vigor dos corrientes de pensamiento con relación al conocimiento de la naturaleza, la ciencia matemática de Newton y el empirismo. Tomando como centro de reflexión la manera como se piensa la necesidad tanto en el conocimiento como en la naturaleza, el presente trabajo busca explorar relaciones y diferencias entre estas dos corrientes.*

*La primera parte del trabajo contrapone las concepciones de la física matemática de Newton y del empirismo científico sobre las finalidades de la ciencia, el grado de necesidad de sus resultados y las formas de conocer la naturaleza. La segunda parte aborda el análisis de la concepción del empirismo filosófico sobre el conocimiento del mundo natural, intentando también mostrar cómo en esa concepción puede leerse una particular interpretación de la ciencia matemática de Newton y de su carácter de conocimiento necesario.*



Primera Parte  
NEWTON Y EL EMPIRISMO  
CIENTIFICO  
DOS FORMAS DISTINTAS  
DE ENTENDER Y DE HACER  
LA CIENCIA



## Capítulo I

# LA TEORIA DE NEWTON SOBRE LA OPTICA DE LOS COLORES Y EL DEBATE CON EL EMPIRISMO CIENTIFICO. NECESIDAD MATEMATICA Y CAUSALIDAD FISICA

La revisión de algunos de los aspectos más sobresalientes en el intenso debate que se genera a raíz de la presentación del primer artículo de Newton sobre la óptica de los colores en la Royal Society nos permitirá diferenciar dos concepciones de la "filosofía natural", vigentes ambas en la Inglaterra del siglo XVII<sup>1</sup>. Estas concepciones pueden distinguirse por un énfasis diferente en las formas de necesidad según las cuales se aprehende el mundo físico. La física matemática de Newton, por una parte, sin descartar las explicaciones de los fenómenos basadas en causas físicas relega sin embargo su estudio a una etapa final y casi siempre problemática y pone en cambio todo el énfasis en la elaboración de explicaciones según el modo de la

---

1. El primer artículo presentado por Newton a la *Royal Society* se publica en las *Philosophical Transactions* en febrero de 1672 bajo el título: "*A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of Mathematics in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Color*". La revisión de este primer artículo le fue encomendada a Robert Hooke cuyo informe crítico motiva una nueva carta por parte de Newton. Con base a estos primeros escritos se genera un debate, animado por la Royal Society, que se prolonga por espacio de tres o cuatro años y que involucra pensadores importantes tanto de Inglaterra como del continente. Como lo ha señalado Thomas S. Kuhn, en un prefacio a la edición realizada por I. B. Cohen de los principales documentos, éste es el primer debate internacional de la historia de las ciencias que se realiza a través de las páginas de una revista científica. Véase *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*. Edited by Bernard Cohen. Harvard University Press, Cambridge Mass., 1958.

matemática (*more mathematico*). Por otra parte, corrientes afines al empirismo científico enfatizan las explicaciones basadas en mecanismos físicos ignorando o incluso considerando esencialmente irrelevantes las explicaciones según modelos matemáticos.

### 1.1. LA DISPERSIÓN DE LA LUZ BLANCA. LAS EXPLICACIONES CORRIENTES DEL FENÓMENO

El primer artículo de Newton se centra en la descripción e interpretación de un fenómeno muy estudiado en la época: la dispersión de la luz blanca por un prisma. Este fenómeno de dispersión había sido descrito por Robert Boyle en su libro "Experiments and considerations touching colours" (1664) y por Robert Hooke en su "Micrographia" (1665). En la época en que Newton realiza el experimento (1666) el fenómeno de la dispersión ha recibido varias explicaciones diferentes. Todas ellas coinciden sin embargo en considerar la luz blanca como una "sustancia" o "entidad" simple y en atribuir la producción de los colores a modificaciones ocasionadas por el prisma sobre esta "sustancia". Robert Hooke por ejemplo, adoptando un modelo ondulatorio, piensa la luz blanca como un "pulso simple" que al incidir sobre el prisma sufre modificaciones mecánicas deformándose o dividiéndose. Estas deformaciones, o bien la combinación en diferentes proporciones de los "pulsos" divididos, producen los diversos colores<sup>2</sup>. Hooke, siguiendo el procedimiento típico de las que Thomas Kuhn ha llamado "ciencias baconianas"<sup>3</sup>, parte de la observación cualitativa del

---

2. Véase "Hooke's critique of Newton's Theory" en "Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy", *op. cit.*, p. 111.

3. En contraste con las ciencias clásicas de la antigüedad —Astronomía, Estática, Óptica, Matemáticas y Armonía y, a partir del siglo XVII, también la teoría del movimiento local— que, aunque "empíricas en lugar de a priori", se estudiaban según los métodos de la matemática, se desarrollan a partir del siglo XVII nuevos campos de indagación como son el magnetismo, la óptica de los colores, la química. Estos nuevos campos comienzan a explorarse a partir de la acumulación, muchas veces asistemática, de observaciones y experimentos. Los impulsores de estas nuevas ciencias "baconianas" —hombres como Gilbert, Boyle y Hooke que se consideran todos ellos seguidores de Francis Bacon— desconfían, como Bacon, no sólo de la aplicación de las matemáticas al estudio de la naturaleza sino de toda la estructura cuasi-deductiva de la ciencia clásica.

fenómeno de los colores, idea una “hipótesis” sobre la naturaleza física de la luz y con base en ella explica la producción de los colores como efecto de interacciones mecánicas que de alguna manera afectan la luz blanca. Se ha elaborado así una explicación causal del fenómeno que, en una forma puramente cualitativa, hace intervenir solamente efectos y causas mecánicas.

Además de cualitativa, la explicación de Hooke —y este comentario puede extenderse a las otras explicaciones mecanicistas del fenómeno anteriores a la de Newton— es extremadamente imprecisa debido a la indefinición de los conceptos que se ponen en juego en la argumentación. Hooke nos habla, por ejemplo, de la luz blanca como de un “pulso simple” pero nunca nos aclara cómo debe entenderse este pulso ni tampoco en qué consiste su simplicidad. De la misma manera, nos dice que el prisma modifica mecánicamente el “pulso simple” pero sobre las reglas que pueden regir esta interacción no sabemos nada. La imprecisión del campo de conceptos en el cual se elabora la explicación hace que ésta pueda variarse casi a voluntad y adaptarse fácilmente para acoger los nuevos fenómenos que se van descubriendo. Pero esta posibilidad de acomodación no significa capacidad de desarrollo. La explicación mecanicista, basada en conceptos tan difusos, no tiene la posibilidad de afinarse en el detalle, de extenderse para cubrir otros niveles del fenómeno. Tampoco permite en general la predicción de nuevos hechos.

## 1.2. LA INVESTIGACIÓN DE NEWTON SOBRE LOS COLORES. LA LEY DE LA REFRACCIÓN COMO FUNDAMENTO DE LA EXPLICACIÓN

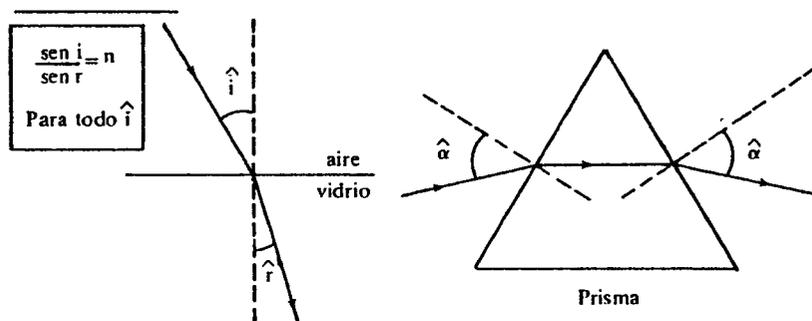
Newton abordará el problema de los colores de manera fundamentalmente distinta. Las discrepancias con el enfoque

---

La ciencia, que para ellos tiene una finalidad eminentemente utilitaria, debe concentrarse en el descubrimiento experimental de nuevos efectos y en la explicación causal de los mismos. Recuérdese el célebre aforismo de Francis Bacon: “La ciencia del hombre es la medida de su potencia, porque ignorar la causa es no poder producir el efecto”. Véase Thomas S. Kuhn, “*La Tradición Matemática y la Tradición Experimental en el desarrollo de la Física*” en “*La Tensión Esencial*”, Fondo Cultura Económica, México, 1982.

de Hooke no se reducen a diferencias en la interpretación de los resultados de un determinado experimento. Es la concepción sobre el significado y las formas de la explicación de los fenómenos, sobre el sentido y la función de los experimentos, sobre la forma de conducir la investigación y de presentar los resultados la que cambia de manera esencial.

En el primer párrafo de su comunicación a la Royal Society Newton señala el problema esencial que habría de motivar y dirigir toda su investigación: “Fue al comienzo, escribe, una diversión muy agradable la de observar los colores vívidos e intensos producidos [por la dispersión de la luz en el prisma]; pero después de un rato, aplicándome a considerarlos de manera más circunspecta, me sorprendió verlos en *forma oblonga*, la cual, según las leyes de la refracción recibidas, yo esperaba que debería haber sido *circular*”<sup>4</sup>. Al pasar de los aspectos más notorios, “los colores vívidos e intensos”, a un aspecto más abstracto y matematizable, la *forma* del espectro sobre la pared, Newton se da cuenta de que la figura alargada como un óvalo del espectro contradice el resultado que según la ley de la refracción



4. “Isaac Newton’s Papers and Letters on Natural Philosophy”, *op. cit.*, p. 48. La ley de la refracción, publicada en la “Dioptrique” de Descartes en 1637, afirma esencialmente que al pasar un rayo de luz de un medio a otro (del aire al vidrio, por ejemplo) el rayo refractado permanece en el plano de incidencia y la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es una constante que depende de la naturaleza de los dos medios. Al aplicar esta ley al estudio de la refracción de la luz en un prisma se encuentra que, para una disposición particular del prisma llamada “posición de mínima desviación”, el ángulo de incidencia del rayo sobre el prisma es igual al ángulo de salida, como se muestra en la figura. Para esta configuración hay una completa simetría entre las condiciones de los rayos en la “entrada” y en la “salida” del prisma. Por eso afirma Newton que, según la ley de la refracción, al incidir sobre el prisma un rayo de sección circular, éste debería salir del prisma con una sección también circular.

debería esperarse: una figura circular<sup>5</sup>. Esta contradicción se convierte para Newton en "la más extraña, si no la más importante detección, que se ha hecho hasta ahora en las operaciones de la naturaleza"<sup>6</sup>. Todo el trabajo de Newton se orientará a disolver esta contradicción; es decir, a hacer compatible, a pesar de la apariencia más inmediata, la ley matemática de la refracción con la forma "oblonga" del espectro. Impresiona en este primer trabajo de Newton su fuerte conciencia del carácter de rigurosa necesidad que posee la ley de la refracción. Newton tiene el profundo convencimiento de que el comportamiento de la luz expresado por esa ley no puede tener excepciones. Por esta razón su esfuerzo se dirige a establecer una teoría de los colores compatible con la ley. Esta conciencia del carácter de necesidad de la ley contrasta con la concepción de Hooke. En su crítica al trabajo de Newton este autor no menciona ni una sola vez la ley de la refracción. Para Hooke esta ley constituye un aspecto netamente secundario puesto que nada aporta sobre aquello que para él es esencial: la naturaleza física de la luz y de los colores y los mecanismos físicos que hacen posible la aparición de aquellos.

En su esfuerzo de conciliación de la ley con el fenómeno, Newton intentará, en un primer momento, atribuir la forma aparentemente irregular del espectro a factores imputables a las condiciones mismas de realización del experimento que podrían tal vez afectar la trayectoria de los rayos de luz y que no habrían sido tenidos en cuenta. La ley de la refracción no

---

5. Newton está en capacidad de captar esta contradicción que hasta entonces había pasado totalmente inadvertida por dos razones principales: a) Su gran familiaridad con la ley de la refracción (también llamada ley de Snell), que había sido publicada en la "Dioptrique" de Descartes, libro cuidadosamente estudiado por Newton en 1664. Entre 1664 y 1666, siendo aún estudiante, trabaja numerosos problemas matemáticos usando la ley de la refracción. Ver "*The Mathematical Papers of Isaac Newton*" ed. D.T. Whiteside, Cambridge Univ. Press, 1967, Vol. 1, pp. 551-585.

b) El enfoque matemático con el cual Newton intenta desde sus primeras investigaciones abordar los problemas de la física.

6. Esta afirmación aparece en una carta, fechada en enero de 1672, que Newton le envía a Oldenburg, secretario de la Royal Society. Citada por Thomas S. Kuhn en "*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*", *op. cit.*, p. 30.

perdería así su validez pero en su aplicación concreta habría que tomar en cuenta estos factores adicionales. ¿No sería posible, por ejemplo, atribuir la forma elongada del espectro al tamaño finito (no puntual) del sol, que en el experimento hace las veces de fuente de luz blanca, y que enviaría por esa razón rayos de luz incidiendo a diferentes ángulos sobre el prisma? o bien, ¿no podría atribuirse el efecto a irregularidades imperceptibles del mismo prisma?, ¿o bien a trayectorias curvas de los rayos de luz dentro del prisma causadas tal vez por una rotación de las partículas de luz, efecto similar al de una bola de tenis que se envía con un movimiento de rotación sobre sí misma? Newton examina cuidadosamente cada uno de estos factores. Realiza mediciones, hace cálculos, compara los resultados de los cálculos con las mediciones, diseña experimentos para determinar en cada caso la existencia o inexistencia del efecto y su importancia relativa. Finalmente se ve obligado a concluir que ninguno de los factores examinados puede dar cuenta del alargamiento del espectro en la proporción en que éste ocurre. La conclusión que se impone es que el alargamiento del espectro es inherente a la esencia misma del fenómeno.

Esta primera conclusión exige —a menos que se piense en un abandono de la ley de la refracción o en una relativización de sus campos de aplicación, alternativas ambas inaceptables para Newton— una nueva teoría que permita comprender la producción de los colores y el alargamiento del espectro dentro de los marcos impuestos por la ley de la refracción. Según esta nueva teoría, que contradice las explicaciones que hasta entonces se habían elaborado, la luz blanca ya no puede considerarse como una “entidad simple”. Debe entenderse como un ente compuesto de numerosos “rayos” a cada uno de los cuales se le asocia un color diferente y cada uno de los cuales posee un grado distinto de refrangibilidad. En palabras de Newton (Proposiciones 1, 2 y 3 de su teoría de los colores):

“1. ...Los colores no son *cualificaciones de la luz*, derivadas de refracciones o reflexiones de cuerpos naturales (como se cree generalmente) sino *propiedades originales y conaturales* que son distintas en distintos rayos. Algunos rayos se encuentran dispuestos para recibir el color rojo y ningún otro, algunos el amarillo y ningún otro, algunos el verde y ningún otro y así para los restantes. No existen

solamente rayos particulares y propios de los colores más eminentes, sino incluso para todas las gradaciones intermedias.

“2. Al mismo grado de refrangibilidad pertenece siempre el mismo color, y al mismo color pertenece siempre el mismo grado de refrangibilidad. Los rayos *menos refrangibles* están todos dispuestos para recibir el color *rojo* e inversamente aquellos rayos que están dispuestos para recibir un color *rojo* son los menos refrangibles. Así mismo los rayos *más refrangibles* están todos dispuestos para exhibir un profundo *color violeta* e inversamente aquellos que son aptos para exhibir tal color violeta son todos los más refrangibles. Y así a todos los colores intermedios pertenecen en una serie continua grados intermedios de refrangibilidad. Y esta analogía entre colores y refrangibilidad es muy precisa y estricta, los rayos o bien concordando siempre en ambos o diferenciándose proporcionalmente en ambos.

“3. La clase de color y grado de refrangibilidad propios de cualquier clase particular de rayos no es mutable por refracción ni por reflexión sobre cuerpos naturales ni por ninguna otra causa, hasta donde he podido observar...”<sup>7</sup>

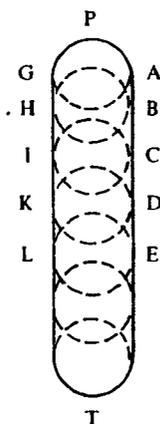
Estas tres proposiciones, las fundamentales de las trece que Newton enuncia en su artículo, bastan para explicar la elongación del espectro *en base a la ley de la refracción*. En el haz circular de luz blanca que incide sobre el prisma se superponen ahora “rayos” de todos los colores. Cada uno de los “rayos”, al refractarse en el prisma lo hace obedeciendo estrictamente la ley de la refracción y produce por lo tanto sobre la pared una mancha coloreada de *forma circular*. Puesto que cada “rayo” posee un grado diferente de refrangibilidad, cada uno de ellos producirá un círculo sobre la pared pero la posición de cada círculo será distinta. En conjunto resulta una figura alargada que, en forma idealizada<sup>8</sup>, puede considerarse compuesta por círculos

---

7. *Ibid.*, p. 53.

8. Thomas Kuhn, en su introducción a los escritos sobre óptica de Newton, ha enfatizado esta representación idealizada que Newton hace de la mancha

superpuestos. En su "Optica", publicada treinta años más tarde, Newton expone de nuevo el trabajo sobre los colores y traza la siguiente figura que representa, según la teoría expuesta, la estructura de la mancha elongada sobre la pared<sup>9</sup>:



Cada uno de los círculos PGA, HB, IC etc... representa la mancha producida por un "rayo" distinto. En conjunto se obtiene la forma alargada PT.

En esta nueva interpretación del fenómeno el prisma ya no actúa como un objeto material que perturba y deforma un "pulso simple" de luz blanca; juega ahora el papel de un *analizador* que descompone en sus elementos simples el haz de luz blanca incidente.

Una vez en posesión de los principios fundamentales de la teoría, Newton pondrá a prueba el poder de predicción de esos principios diseñando y realizando diversos experimentos. Nuestro autor, vale la pena subrayarlo, tiene plena comprensión del significado y del papel del experimento en la indagación de los fenómenos físicos, tal como ese sentido y esa función se desprenden de la obra de Galileo. Contrariamente a la concepción que de él tienen seguidores de la corriente baconia-

---

sobre la pared la cual en realidad, al hacer el experimento, presenta una forma muy difusa en sus extremos superior e inferior. Para Kuhn esta idealización es un rasgo clave en el método seguido por Newton en su indagación. "Newton, dice Kuhn, encontró la clave de la nueva teoría más en la idealización geométrica que él reportó como la forma del espectro que en la elongación que motivó la investigación". Esta *extrapolación intelectual* de las observaciones experimentales a formas geométricas será uno de los rasgos característicos del estilo newtoniano de investigación. Ver Thomas S. Kuhn, "Newton's Optical Papers" en "Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy" *op. cit.*, p. 33.

9. Isaac Newton, "Optica", Ediciones Alfaguara, Madrid, 1977, p. 41.

na en las ciencias naturales, el experimento, en su sentido más riguroso, no es un punto de partida que produce efectos y resultados inéditos y que por lo tanto puede abrir nuevos campos de estudio. En rigor, el experimento es para Newton el diseño de condiciones físicas que desde la teoría permite predecir resultados que luego, en la realización misma del experimento, habrán de contrastarse con las medidas<sup>10</sup>. De la gran masa de observaciones y experiencias que debió realizar durante sus investigaciones, Newton, en la presentación de su trabajo a la Royal Society, escoge y jerarquiza cuidadosamente los experimentos según las finalidades teóricas que tiene en mente. En este aspecto también su trabajo se diferencia de obras como la *Micrographia* de Hooke y los *Experiments and considerations touching colours* de Boyle, típicas obras "baconianas", que consisten esencialmente de descripciones asistemáticas de numerosas observaciones y experiencias y en las cuales se hace

---

10. En una formulación célebre, Kant, en el prólogo a la segunda edición de la *Crítica de la Razón Pura*, ha expresado el significado de esta nueva concepción galileana del experimento para la indagación física: "Entendieron [los investigadores de la naturaleza] que la razón sólo reconoce lo que ella misma produce según su bosquejo, que la razón tiene que anticiparse con los principios de sus juicios de acuerdo con leyes constantes y que tiene que obligar a la naturaleza a responder sus preguntas, pero sin dejarse conducir con andaderas, por así decirlo. De lo contrario, las observaciones fortuitas y realizadas sin un plan previo no van ligadas a ninguna ley necesaria, ley que, de todos modos, la razón busca y necesita. La razón debe abordar la naturaleza llevando en una mano los principios según los cuales sólo pueden considerarse como leyes los fenómenos concordantes, y en la otra, el experimento que ella haya proyectado a la luz de tales principios, aunque debe hacerlo para ser instruida por la naturaleza, no lo hará en calidad de discípulo que escucha todo lo que el maestro quiere, sino como juez designado que obliga a los testigos a responder a las preguntas que él les formula". Kant, I "Crítica de la Razón Pura", Ediciones Alfaguara, Madrid 1978, p. 18.

Sobre distintas concepciones del experimento a lo largo de la historia de la física, véase Kuhn, T.S., "*Tradición Matemática y tradición experimental en el desarrollo de la física*" en la "*Tensión esencial*" *op. cit.*, p. 56. Una discusión sobre el carácter del experimento newtoniano y sus diferencias con la idea de experimento de Boyle y Hooke puede encontrarse en Koyré, A. "*L'hypothèse et l'expérience chez Newton*" en "*Etudes newtoniennes*", Editions Gallimard 1968, p. 51. Sobre el carácter y el significado del experimento en el empirismo puede también consultarse la introducción de Carlos Solís al libro "*Robert Boyle, Física, Química y Filosofía Mecánica*", Alianza Editorial, Madrid 1985, pp. 21-27.

evidente la carencia de una perspectiva teórica que permita descartar lo irrelevante y jerarquizar lo pertinente. Newton destaca en su trabajo dos experimentos particularmente relevantes. El primero de ellos, que el mismo Newton llama "*experimentum crucis*" (experimento crucial), a la vez que corrobora las premisas teóricas propuestas, permite descartar —o por lo menos cuestionar a fondo— la hipótesis de Hooke. El segundo recompone por medio de una lente los "rayos" separados de diversos colores que salen del prisma para formar de nuevo el color blanco<sup>11</sup>.

### 1.3. UNA CONSECUENCIA DE LA TEORÍA: LA DEFINICIÓN RIGUROSA DE "COLOR SIMPLE" Y DE "COLOR COMPUESTO"

Los principios básicos de la teoría no sólo demuestran su poder y su fecundidad en las posibilidades que abren para el diseño de experimentos y la predicción de resultados. También lo hacen al posibilitar un avance en la precisión conceptual y en los desarrollos teóricos. En este sentido una consecuencia importante de las premisas y de la función del prisma como aparato analizador que de ellas se deriva es la posibilidad de definir, ahora de manera rigurosa, los conceptos de "color simple" o "primario" y de "color compuesto"<sup>12</sup>. Hooke había observado en su *Micrographia* cómo dos colores complementarios, específicamente el escarlata y el azul, al combinarse producían la sensación de color blanco. A partir de esta observación, Hooke asume que estos dos colores son primarios y que los otros son mezclas de éstos con luz y sombra<sup>13</sup>. La definición de Hooke se basa en un efecto que podríamos llamar psicológico: la sensación de color blanco. Newton, con base en su teoría de los colores, propone un criterio menos subjetivo. El color simple será aquél que posee un grado bien definido de refrangi-

---

11. Para la descripción de estos experimentos véase "*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*" *op. cit.*, pp. 50-51 y pp. 58-59. Véase también la "*Optica*", *op. cit.*, pp. 48-50 y pp. 104-108.

12. "*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*" *op. cit.*, premisas 4, 5 y 6 p. 54.

13. Véase para esta discusión, More, Louis T. "*Isaac Newton - A biography*", Dover, New York 1962, Cap. IV p. 99.

bilidad, es decir, aquél que al pasar por el prisma no se descompone. Habría entonces no dos sino un número indefinido de colores primarios<sup>14</sup>. El color blanco que Newton produce re-combinando todos los colores primarios del espectro es para él diferente —incluso si la sensación no puede discriminar uno del otro— del color blanco que Hooke produce por combinación de dos colores complementarios. En efecto, al analizar ambos “blancos” con un prisma el resultado será distinto.

En realidad, aunque ninguno de los autores plantea el problema en este terreno, se confrontan, en este aspecto particular de la polémica, dos criterios distintos de objetividad. El de Hooke basado directamente en la sensación percibida y el de Newton que, relativizando la percepción inmediata, se fundamenta más bien en un proceso experimental interpretado a la luz de las premisas teóricas. Se trataría en este último caso —aunque desde luego Newton no puede tener plena conciencia de ello— de una objetividad que no puede considerarse como establecida de una vez por todas sino que, al depender de desarrollos teóricos, de criterios racionales elaborados, se construye, se modifica, se afina y se pone en cuestión permanentemente.

#### 1.4. EL FUNDAMENTO DE LA EXPLICACIÓN NEWTONIANA: LA NECESIDAD MATEMÁTICA

En su artículo sobre los colores, como él mismo habría de afirmarlo explícitamente en el transcurso de la polémica, Newton ha tratado la luz y los “rayos” de luz “abstractamente”<sup>15</sup>.

---

14. En su artículo de crítica al trabajo de Newton, Hooke rechaza la existencia de un número indefinido de colores primarios alegando que “es totalmente inútil multiplicar las entidades sin necesidad, puesto que en otra parte he mostrado que todas las variedades de colores en el mundo pueden ser producidas a partir de dos [colores]”.

“*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*” *op. cit.*, p. 113.

15. En su respuesta a la crítica de Hooke, por ejemplo, dice Newton: “Es cierto que a partir de mi teoría yo argumento acerca de la corporeidad de la luz; pero lo hago sin ninguna positividad absoluta... y hago de ello, cuanto mucho, una *consecuencia* muy plausible de la doctrina y no una suposición fundamental... Sabía que las *propiedades* de la luz que establezco podían en alguna medida explicarse no sólo por ésta sino por muchas otras *hipótesis* mecánicas.

Incluso el mismo prisma, más que un aparato concreto, es, en todo este desarrollo teórico, un analizador abstracto en la medida en que no se ha hecho referencia en ningún momento a su estructura física o a las interacciones que le permiten descomponer la luz. En otras palabras Newton no se ha ocupado —tal vez sería más exacto decir que no ha querido hacer públicas sus especulaciones al respecto— de la *naturaleza física* de la luz ni tampoco de los mecanismos mediante los cuales las refracciones en el prisma descomponen la luz blanca. Lo que Newton ha hecho, dejando de momento la causalidad física de lado, es sentar las bases de una teoría *matemática* de los colores. Como lo diré más tarde, en un segundo artículo enviado a la Royal Society en 1675, ha mostrado que “todas las producciones y apariencias de los colores en el mundo se derivan, *no de algún cambio físico causado en la luz por refracción o reflexión*, sino solamente de las varias mezclas o separaciones de rayos, en virtud de sus diferentes refrangibilidades o reflexividades. *Y, en este respecto es que la ciencia de los colores se torna en una especulación más propia para matemáticos que para naturalistas*”<sup>16</sup>. La luz blanca, *cualquiera que sea su naturaleza física*<sup>17</sup>, está compuesta de “rayos”; a cada “rayo” puede asociársele un color y una refrangibilidad bien definidos; cada “rayo” obedece además estrictamente la ley matemática de la refracción. Estas son, en efecto, premisas matemáticas para una teoría matemática. Podría decirse que Newton ha dado cuenta del

---

Por eso decidí declinarlas todas y hablar de la luz en términos *generales*, considerándola abstractamente, como alguna cosa que se propaga en línea recta en todas direcciones a partir de los cuerpos luminosos, sin determinar qué es esa cosa”, “*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*” *op. cit.*, pp. 118-119. Citado también por I.B. Cohen en “*The first explanation of interference*” *Am. Jour. Phys.* Vol. 18 (1940) p. 101.

16. “*Newton's second paper on Light and Colours*” en “*Isaac Newton's Paper and Letters on Natural Philosophy*” *op. cit.*, p. 225 (los subrayados son nuestros).

17. Newton de manera explícita señala en diversas oportunidades que su teoría se aplica cualquiera que sea la naturaleza mecánica de la luz. Así por ejemplo en su respuesta a la crítica de Hooke dice: “Lo que he dicho de esta [teoría de los colores] puede ser fácilmente aplicado a todas las otras *hipótesis mecánicas*, en las cuales la luz se supone causada por cualquier presión o cualquier movimiento exitado en el éter por las partes agitadas de los cuerpos luminosos”. *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, *op. cit.*, p. 121.

fenómeno de los colores según un determinismo o una necesidad matemática. Es decir, ha sentado ciertas premisas que le permiten entender y predecir efectos según la racionalidad y los procedimientos deductivos propios de la matemática, dejando de lado el problema de la naturaleza material de los entes involucrados y de las interacciones físicas que producen los efectos. Pero, si bien es cierto que la teoría hasta aquí elaborada puede considerarse como una construcción matemática, sus premisas sin embargo no son arbitrarias. Fueron sugeridas por la observación de un fenómeno físico —observación fuertemente orientada, es verdad, por el conocimiento de la ley de la refracción— y van dirigidas además a la explicación de ese fenómeno. Newton no se cansará de insistir sobre la raíz empírica de las premisas y sobre el carácter de necesidad de las mismas que para él permanece por fuera de toda duda mientras no se demuestre concluyentemente su falsedad *por medio del experimento*<sup>18</sup>.

Como lo hemos señalado, la teoría de los colores es para Newton una “ciencia matemática” en la medida en que, en primer lugar, la luz ha sido tratada “abstractamente” como una entidad compuesta de “rayos”, dejando de lado la naturaleza física de éstos, y, en segundo lugar, se han sentado ciertos principios generales que sirven de base para razonar deductivamente sobre las propiedades de la luz y de los colores. Sin embargo, la *certeza* que Newton le atribuye a su teoría *no* es la certeza de la matemática. Newton, en una carta a Oldenburg, secretario de la *Royal Society*, lo expresa en los siguientes términos:

---

18. Así por ejemplo en una carta que Newton envía a la Royal Society el 18 de julio de 1672, en el transcurso del debate que ha suscitado su teoría, escribe: “Ud. sabe, el método apropiado para indagar las propiedades de las cosas es el de deducirlas de experimentos. Y yo le advertí que la teoría que propuse se hizo evidente para mí... no deduciéndola sólo a partir de una refutación de suposiciones contrarias, sino *derivándola de experimentos que arrojaron conclusiones positiva y directamente*. Por lo tanto la manera de examinarla es considerando si los experimentos que propongo prueban aquellas partes de la teoría a las cuales se aplican; o bien realizando otros experimentos que la teoría puede sugerir para su examen”. “*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*”, *op. cit.*, p. 93. (El segundo subrayado es nuestro).

“Finalmente he observado una expresión casual, que insinúa una mayor certeza en estas cosas de la que yo he prometido, a saber la certeza de la demostración matemática. He sostenido en efecto que la ciencia de los colores era matemática, y tan segura como cualquier parte de la óptica; pero, ¿quién ignora que la óptica y muchas otras ciencias matemáticas dependen tanto de las ciencias físicas como de las demostraciones matemáticas? Y la absoluta certeza de una ciencia no puede ser mayor que la certeza de sus principios. La evidencia con que he afirmado las proposiciones de los colores procede de los experimentos físicos y, por lo tanto, no son más que físicas. En consecuencia, las proposiciones mismas no pueden ser estimadas más que los principios físicos de una ciencia. Y si esos principios fuesen tales que en base a ellos un matemático pudiese determinar todos los fenómenos cromáticos que las refracciones pueden producir y se demostrase de qué manera y en qué medida esas refracciones separan o mezclan los rayos, a los cuales son inherentes originalmente varios colores, yo supongo que la ciencia de los colores ha de ser matemática y tan exacta como cualquier parte de la óptica”<sup>19</sup>.

Como se ve, para Newton, tanto como para Hooke, la observación y la experimentación constituyen las bases sobre las cuales debe levantarse la ciencia natural. Pero, según el autor de los *Principia*, la ciencia no puede reducirse al recuento asistemático de observaciones. Por el contrario, la observación, orientada como en el caso del trabajo sobre los colores por premisas teóricas previas, encuentra su función en la ciencia cuando puede sugerir principios universales que sirvan de base a un sistema matemático. Así, la diferencia entre las posiciones de Newton y Hooke con respecto a la ciencia podría pensarse en términos de la valoración distinta que los dos autores le conceden a la observación particular y a los enuncia-

---

19. Carta a Oldenburg, secretario de la *Royal Society*. Citado por Burt en *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*. Editorial Suramericana, p. 242.

dos universales y de la forma distinta como cada uno de ellos concibe la relación entre lo particular y lo universal.

### 1.5. EL LUGAR DE LA CAUSALIDAD FÍSICA EN LA INVESTIGACIÓN

Con la elaboración de la teoría “matemática”, Newton de ninguna manera pretende haber agotado la explicación del fenómeno de los colores. Tan sólo ha completado, si se quiere, una primera fase. Hace falta todavía una explicación que dé cuenta del fenómeno de la producción de los colores a nivel físico. Es importante señalar —y en esto se manifiesta seguramente una influencia de la pujante corriente del empirismo científico en la Inglaterra del siglo XVII que le da primacía a las explicaciones de carácter mecánico— que Newton no relega este problema, para él esencial, a algún otro terreno de estudio por fuera de la filosofía natural. Se da cuenta sin embargo que en lo relativo a la causalidad física del fenómeno sólo es posible, a nivel del desarrollo alcanzado por la investigación, formular, tal como lo hizo Hooke, hipótesis sin posibilidad alguna de lograr proposiciones dotadas de certeza. En su primer artículo sobre la luz y los colores Newton se atreve a insinuar, presentando la insinuación como una consecuencia de su estudio, que la luz es de naturaleza corpórea. “Siendo así las cosas, dice hacia el final del artículo, no puede seguirse discutiendo si hay colores en la oscuridad o si éstos son cualidades de los cuerpos que vemos, ni tampoco, tal vez, si la luz es un cuerpo. Puesto que siendo los colores *cualidades* de la luz y teniendo a sus rayos como íntegro e inmediato sujeto, cómo podríamos pensar que esos rayos sean también *cualidades*, a menos que una cualidad pueda ser el sujeto y soporte de otra, en cuyo caso debe ser llamada *sustancia*. No podríamos conocer cuerpos como sustancias si no fuese por sus cualidades sensibles, y habiendo ahora encontrado que la principal de ellas es debida a alguna otra cosa, tenemos una buena razón para creer que ésta es también una sustancia. Además no se ve cómo podría pensarse que cualquier cualidad fuese un agregado *heterogéneo*, tal como se ha descubierto que es la luz. *Pero determinar de manera más absoluta qué es la luz, de qué manera se refracta y mediante qué modos o acciones produce en nuestras mentes el*

*fantasma de los colores no es tan fácil. Y yo no mezclaré conjeturas con certezas*"<sup>20</sup>. Siendo el color una cualidad cuyo soporte son los "rayos", éstos deberían ser sustancias, es decir "cuerpos", partículas materiales. Aquí se agotan las razones que Newton puede ofrecer en este momento como soporte de su hipótesis. Consciente de la precariedad de las mismas, las presenta como simple conjetura que no debe opacar ni confundir las certezas, de índole matemática, a las que se ha llegado.

#### 1.6. LA CRÍTICA DE HOOKE: LA PRIMACÍA DE LA CAUSALIDAD MECÁNICA

Conviene en este momento examinar el carácter general de la crítica de Hooke<sup>21</sup> y el tipo de argumentos que éste propone en defensa de sus propias explicaciones sobre el fenómeno de los colores. No es difícil apreciar, al leer el artículo de Hooke, cómo éste le atribuye a los diferentes aspectos del trabajo sobre los colores una valoración que no coincide con el énfasis relativo que Newton le da a cada uno de ellos. Para Hooke la teoría matemática de los colores y la misma ley de la refracción sobre la cual aquella se fundamenta son aspectos completamente secundarios en la investigación sobre los colores. Este tipo de explicación matemática podría tal vez ser un juego ingenioso del intelecto que no logra sin embargo aprehender en ninguno de sus aspectos fundamentales la naturaleza física del fenómeno. El objeto central de la "filosofía natural" es, además de la realización del inventario y la descripción de observaciones y experimentos (historia natural), la explicación de los fenómenos en términos de una *causalidad mecánica*. En el caso de la luz y los colores esto significa idear en primer término una "hipótesis" sobre la naturaleza de la luz blanca (pulso simple, según Hooke) e imaginar luego cómo las posibles interacciones que sufre la luz en el experimento afectan su naturaleza produciendo los colores (al entrar en contacto con el prisma el pulso simple se deforma o se divide). Por lo demás la explicación es

---

20. "Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy", *op. cit.*, p. 57.

21. "Hooke's critique of Newton's theory" en "Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy" *op. cit.*, p. 110.

meramente cualitativa. Como dice Kuhn refiriéndose al artículo de Hooke "...el reporte muestra la típica indiferencia baconiana de Hooke hacia las formulaciones cuantitativas"<sup>22</sup>. Se comprende que la necesidad involucrada en este tipo de explicaciones es muy débil. El mismo Hooke se da cuenta de ello, con relativa indiferencia, cuando afirma hacia el final de su crítica, aludiendo al aspecto que para él es central en el artículo de Newton, a saber, la suposición insinuada sobre la naturaleza corpuscular de la luz: "...puedo resolver *todos* los fenómenos de la luz y los colores no solamente por medio de la hipótesis que he publicado anteriormente... sino también por medio de otras dos o tres muy distintas de aquellas y también de ésta [la de Newton] que él ha descrito en su ingenioso discurso"<sup>23</sup>. Diversas hipótesis físicas pueden dar cuenta del mismo campo de fenómenos sin que aparentemente sea fácil, o siquiera posible, decidir cuál de ellas es la verdadera<sup>24</sup>. La posibilidad de alcanzar alguna certeza en las explicaciones de los fenómenos queda así seriamente puesta en cuestión. Por esta razón, tal vez lo que Hooke está menos dispuesto a admitir en el escrito de Newton es la certeza que éste reclama haber alcanzado en su investigación sobre los colores. Como habrá de sustentarlo más tarde Locke a nivel filosófico, para Hooke la certeza en la ciencia natural no puede ir mucho más allá de la evidencia particular que nos suministran la observación y la experimentación. Por eso la actividad científica debe centrarse en la

---

22. T. S. Kuhn, "Newton's optical papers" en "Isaac's Papers and Letters on Natural Philosophy" *op. cit.*, p. 37.

23. "Hooke's critique of Newton's theory", *op. cit.*, p. 113 (El subrayado es nuestro).

24. En el siglo XVII esta posición es más frecuente de lo que podría pensarse en primera vista y no se limita a las corrientes empiristas dentro de la ciencia. En realidad esta posición es afín a la que adoptaron muchos astrónomos desde Copérnico para quienes lo importante era "salvar los fenómenos" cualquiera que fuese la "Hipótesis" o sistema astronómico empleado. Los problemas sobre la "verdad" del sistema pasaban así a un lugar secundario. Recuérdese que incluso el célebre prólogo de Osiander a la obra de *Revolutionibus* de Copérnico va en ese sentido. Algunos astrónomos como Kepler rechazaron con energía esta interpretación "positivista" de la astronomía exigiendo de esa ciencia ante todo la búsqueda de la verdad. Véase Koyré, A. "L'hipothese et l'expérience chez Newton" en *Etudes newtoniennes*, Gallimard 1968, p. 60.

invención, la realización y la descripción detallada de experimentos<sup>25</sup>.

## 1.7. PAPEL DE LAS HIPÓTESIS EN LA FILOSOFÍA NATURAL

Contra esta concepción empirista que reduce el trabajo teórico a la formulación de hipótesis mecánicas, Newton reaccionará con energía<sup>26</sup>. Por esta vía, en efecto, no puede esperarse alcanzar certeza alguna en el estudio de los fenómenos. Como lo señala con claridad en una carta a F. Pardies: "...si la posibilidad de las hipótesis debe ser la prueba de la verdad y realidad de las cosas, no veo cómo la certeza pueda ser lograda en cualquier ciencia, ya que numerosas hipótesis pueden ser construidas que parecerán poder superar las nuevas dificulta-

---

25. El carácter de obras típicamente "baconianas" (Kuhn) como son los *Experiments and considerations touching colours* de Boyle o la *Micrographia* de Hooke se ajustan a esta concepción sobre el carácter de la actividad científica. Estas obras constituyen esencialmente descripciones asistemáticas de numerosas observaciones y experimentos. Es claro que el concepto de experimento es en estos autores muy diferente del estricto sentido que adquiere en las obras de Galileo o de Newton (ver nota 10). Como lo ha señalado Kuhn: "Cuando... hombres como Boyle, Gilbert y Hooke realizaron experimentos, rara vez lo hicieron para demostrar lo que ya se sabía o para determinar un detalle exigido para extender la teoría existente. En lugar de eso, deseaban observar la forma en que la naturaleza se comporta en condiciones no observadas ni existentes con anterioridad. Sus productos típicos fueron las vastas historias naturales o experimentales en las cuales se incorporaron los datos misceláneos que muchos de ellos consideraban como indispensables para la conclusión de la teoría científica". T. S. Kuhn, "La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física" en *La tensión esencial*, Fondo de Cultura Económica, México, 1982.

26. El supuesto rechazo de Newton a las hipótesis que se expresa en el célebre "*Hypotheses non fingo*" del Escolio general de los *Principia*, ha sido el objeto de numerosas reflexiones y de interpretaciones muy diversas. Es claro como lo ha señalado Koyré que, ya sea en el sentido de proposiciones o premisas básicas de una teoría a partir de las cuales pueden generarse procesos deductivos o bien en el sentido de suposiciones plausibles pero no demostrables, Newton propone numerosas hipótesis en sus trabajos. Las tres leyes de movimiento, por ejemplo, son hipótesis en el primer sentido; la llamada por el mismo Newton "hipótesis primera" del tercer libro de los *Principia* que propone la inmovilidad del centro del sistema solar lo es en el segundo sentido. I. B. Cohen en su obra "*Franklin and Newton*" muestra el empleo newtoniano de hipótesis en nueve sentidos distintos. En realidad Newton se opone principal-

des"<sup>27</sup>. Newton sabe, por lo tanto, tan bien como Hooke que muy diversas hipótesis pueden ser imaginadas que se acomoden sin contradicción a la teoría matemática elaborada. Pero la reacción de Newton ante este hecho es completamente distinta a la de su crítico. En lugar de aceptar la multiplicidad de las hipótesis debilitando la certeza y el carácter de necesidad que debe tener la empresa científica, Newton opta "por rechazarlas todas y hablar de la luz en términos generales considerándola abstractamente"<sup>28</sup>. Pero este rechazo de Newton, no propiamente a las hipótesis en general como con frecuencia se cree sino a un modo particular de hacer ciencia que reduce el esfuerzo de explicación a la construcción de hipótesis mecánicas, no implica, como ya hemos tenido oportunidad de señalarlo más atrás, una indiferencia hacia formas de explicación de los fenómenos basadas en una causalidad física<sup>29</sup>. En la misma

---

mente al empleo *ad-hoc* de hipótesis mecánicas por parte de los empiristas y de los cartesianos (hipótesis de los torbellinos de eter en el espacio, por ejemplo) y también a las hipótesis en el sentido de las "ideas claras y distintas" de la filosofía cartesiana (equivalencia de la materia y la extensión, por ejemplo). Como dice Koyré: "Es contra esta manera de emplear las hipótesis [como ficciones gratuitas] para la construcción de una teoría y de emplear las explicaciones *per causas* que son falsas o que al menos no pueden ser "demostradas" o "deducidas" de la experiencia, causas que nosotros nos damos la libertad de imaginar, o más exactamente de  *fingir*, a voluntad, que Newton se levanta desde sus primeras publicaciones sobre óptica". Según Burttt, Newton habría sido llevado, ya desde sus primeros trabajos sobre óptica, a endurecer su posición, contra las hipótesis debido principalmente a la generalizada incompreensión entre los científicos de la época de la diferencia entre  *hipótesis* y  *leyes experimentales*. Un clarísimo ejemplo de esta incompreensión es la crítica de Hooke al trabajo de Newton sobre los colores. Véase, A. Koyré, "*L'hypothese et l'expérience chez Newton*", *op. cit.*, p. 61; I. B. Cohen, "*Franklin and Newton*" Harvard Univ. Press Cambridge 1966 - Cap. V p. 138 y Apéndice 1, p. 575; E. A. Burttt, "*Los Fundamentos Metafísicos de la Ciencia Moderna*", Editorial Sudamericana, Cap. VII. p. 236.

27. "Newton's reply to Pardies' second letter" en "*Isaac Newton's Papers and Letters...*" *op. cit.*, p. 106.

28. Respuesta de Newton a Hooke en "*Isaac Newton's Papers...*" *op. cit.*, p. 119.

29. T. S. Kuhn ha señalado, por ejemplo, cómo en su libro de notas, aunque no en sus escritos publicados, Newton razona pensando los rayos de luz como "glóbulos" que viajan a velocidades finitas e interactúan según las leyes del impacto. Newton no defiende públicamente esta hipótesis corpuscular que

carta a Pardies que hemos citado más arriba Newton establece este punto con suficiente claridad: "...debe observarse que la doctrina que he explicado concerniente a las refracciones y los colores, consiste solamente en ciertas propiedades de la luz *sin referencia a ninguna hipótesis por medio de la cual tales propiedades puedan ser explicadas*. Porque el método mejor y más seguro de filosofar parece ser, primero inquirir diligentemente sobre las propiedades de las cosas, estableciendo estas propiedades por experimentos y luego proceder más despacio a las hipótesis para la explicación de ellas. Porque *las hipótesis deben servir solamente para explicar las propiedades de las cosas pero no deben ser asumidas en su determinación...*"<sup>30</sup>. La construcción de hipótesis mecánicas —o sea, en el contexto de esta discusión, la explicación en términos de una causalidad mecánica o física— debe constituir en la investigación una etapa posterior a la que Newton denomina "investigación de las propiedades por medio de experimentos". Esta última, que Newton presenta como una fase casi descriptiva en la cual las "propiedades de las cosas" surgirían directamente de la observación y del experimento y que estaría por lo tanto dotada de una gran certeza, es en realidad la fase en la cual se elaboran las premisas matemáticas. Sentadas estas premisas podrá pasarse, en una etapa posterior, a deducir las principales consecuencias. Esta es la fase en la cual *se explica* el fenómeno según una necesidad matemática.

Como tendremos oportunidad de verlo en un capítulo posterior, estas dos etapas son las que más adelante, en la *Optica* y en los *Principia*, Newton denominará de *análisis* y de *síntesis*. En la primera, en efecto, se encuentran las premisas teóricas como fruto de un *análisis* de observaciones y experimentos en el cual se seleccionan ciertos aspectos que parecen relevantes —por ejemplo la forma "oblonga" del espectro, en el experimento de los colores— y se centra la atención en ellos. En la segunda etapa, a través de procesos deductivos que parten de las premisas ya sentadas, se establecen consecuencias teóricas

---

él sabe controvertible y poco fundamentada, pero la emplea creativamente en su trabajo. Véase T. S. Kuhn, "*Newton's optical papers*" en "*Isaac Newton's Papers...*", *op. cit.*, p. 42.

30. "*Newton's reply to Pardies' second letters*", *op. cit.*, p. 106 (Los subrayados son nuestros).

con respecto al campo de fenómenos que es objeto de estudio teórico. Se logra así *ligar sintéticamente* ese campo de fenómenos —los colores de la luz en el caso tratado en este capítulo— con los principios establecidos en la primera fase. En adelante el campo de fenómenos en cuestión se comprenderá a través de esos principios.



## Capítulo II

### EMPIRISMO CIENTIFICO Y CAUSALIDAD FISICA

En sus diferentes versiones, el empirismo es probablemente la corriente de pensamiento que ejerce la mayor influencia en las ciencias y en la filosofía en la Inglaterra de los siglos XVII y XVIII. En la época de Newton posee un enorme vigor no solamente en su oposición decidida a la tradición aristotélica y medieval<sup>1</sup> sino también en la apertura de nuevos campos de conocimiento. Se da, en este momento de la historia, alimentada seguramente por las crecientes demandas en la producción artesanal, el comercio, las empresas militares y la navegación,

---

1. El vigor de esta oposición puede apreciarse en numerosos pasajes del *Novum Organum* de Francis Bacon, principal ideólogo y propagandista de la nueva ciencia empírica en Inglaterra. El mismo prefacio del libro se abre con palabras que reflejan el espíritu de rebelión de los sectores más ilustrados de la época contra una tradición que en la sociedad del renacimiento ha perdido todo poder renovador y creativo: "Aquellos que se han atrevido a hablar dogmáticamente de la naturaleza como un sujeto explorado... han ocasionado un perjuicio muy grande a la filosofía y a las ciencias. Mandando la fe con autoridad, supieron, con no menos poderío, oponerse e impedir toda investigación, y por sus talentos más comprometieron la causa que prestaron servicio a la verdad, ahogando y corrompiendo anticipadamente el genio de los otros". Bacon, Francis *Novum Organum*, Editorial Porrúa, México, 1975, p. 33.

En numerosos aforismos del *Novum Organum* Bacon ataca con vehemencia las ideas aristotélicas sobre las ciencias, el espíritu dogmático de la escolástica y el papel retardatario de la Iglesia al oponerse al espíritu innovador de la nueva ciencia. Véanse por ejemplo los aforismos LXIII, LXVI, LXVII, LXXVII, LXXXIX del libro I.

una embriaguez por el descubrimiento de lo nuevo que impulsa las ciencias experimentales. Estas nuevas ciencias —las que Kuhn ha llamado significativamente “ciencias baconianas” para distinguirlas de las ciencias matemáticas clásicas como eran la geometría, la astronomía, la óptica geométrica, la armonía, la estática— comprenden campos de indagación como el magnetismo, iniciado a comienzos del siglo XVII por Gilbert, la química que con Boyle comienza a desarrollarse como ciencia independientemente de la alquimia, la óptica de los colores iniciada con los trabajos de Hooke y del mismo Boyle. En este capítulo estudiaremos algunos aspectos sobresalientes de la concepción de ciencia natural propia del *empirismo científico* centrandó el análisis en las formas de explicación y de causalidad que se ponen en juego.

## 2.1. UTILITARISMO Y EMPIRISMO CIENTIFICO

La nueva ciencia que se inicia en la Europa del siglo XVII nace con una vocación de utilidad. Contrariamente a la especulación escolástica que diferenciaba y separaba nítidamente la actividad de los artesanos y practicantes de oficios de la reflexión sobre el orden de la naturaleza, la nueva ciencia no solamente se propone de manera explícita resolver los problemas de la técnica sino que busca también inspiración en los talleres de los artesanos<sup>2</sup>. Este acercamiento, que en ocasiones se convierte en un vínculo estrecho entre los hombres que practican y promueven la nueva ciencia y los técnicos y artesanos, es particularmente notorio en Inglaterra. Instituciones como el

---

2. Bien vale la pena recordar a este respecto las palabras que inician la más importante obra científica de Galileo, *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*: “Pienso que la frecuente actividad en vuestro arsenal, Señores Venecianos, ofrece un gran campo para filosofar a los intelectos que especulan, especialmente, en aquella parte que se denomina mecánica, en donde se construyen continuamente todo tipo de instrumentos y máquinas por medio de un gran número de artesanos, algunos de los cuales han de ser muy entendidos y con un talento muy agudizado debido tanto a las observaciones que sus predecesores hayan hecho como a lo que van descubriendo ellos mismos sin interrupción”.

Galileo, *Consideraciones y demostraciones sobre dos nuevas ciencias*, Editora Nacional, Madrid 1976, p. 67.

Gresham College fundado en 1598 y "dedicado a enseñar a navegantes y comerciantes el uso de la geometría, los logaritmos, la cartografía y demás conocimientos útiles para sus oficios"<sup>3</sup> ponen en contacto a comerciantes, técnicos y hombres de ciencia. La misma *Royal Society* fundada a mediados del siglo XVII promueve incesantemente investigaciones relacionadas con los problemas que en la época afrontan las más diversas ramas de la técnica<sup>4</sup>. Robert Merton en su obra clásica sobre la sociología de la ciencia en la Inglaterra del siglo XVII ha mostrado cómo no sólo la creciente aceptación social del cultivo de las ciencias como profesión sino también la orientación eminentemente utilitaria que sobre todo la corriente empirista le imprime a la actividad científica pueden relacionarse con lo que Merton denomina el *puritanismo*<sup>5</sup>. El puritanismo, entendido como una corriente cultural de notable influencia que comprende una serie de creencias religiosas y de convicciones éticas comunes a las diversas sectas protestantes que profesan en Inglaterra, promueve por una parte el estudio activo de la naturaleza como una forma de glorificar a Dios en sus obras y por otra el trabajo duro y persistente en obras de utilidad común como medio de salvación<sup>6</sup>. El éxito en actividades terre-

---

3. Boyle, Robert. *Física, Química y Filosofía Mecánica*, Alianza Editorial, Madrid 1985. Introducción de Carlos Solís, p. 18:

4. Véase, por ejemplo, Merton, Robert K. *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*, Alianza Universidad, Madrid 1984. En la página 228 Merton trae un cuadro sobre el tipo de problemas técnicos estudiados por miembros de la Royal Society. Se encuentran en la lista investigaciones relacionadas con problemas de transporte marítimo, de tecnología militar, de tecnología textil, de ganadería. Véase también el apéndice de la misma obra: "Investigaciones relacionadas con necesidades socioeconómicas", p. 261.

5. Véase Merton, Robert K., *Ibid.* Capítulos IV, V y VI. Dice Merton en particular: "El puritanismo infundía vigor ascético a actividades que, por sí mismas, todavía no podían lograr su autonomía. Así, redefinió las relaciones entre lo divino y lo mundano para promover la ciencia *al primer rango de los valores sociales*. ...El puritanismo difería del catolicismo, el cual había llegado gradualmente a tolerar la ciencia, en que no sólo perdonaba su cultivo sino que lo exigía" (pp. 115-116). Más adelante también se lee: "...la ciencia encarna pautas de conducta que son afines a los gustos puritanos. Por sobre todo, abarca dos valores altamente estimados: el utilitarismo y el empirismo" (p. 119).

6. Estos dos ideales, la glorificación de Dios y el bien común, se expresan conjuntamente en el testamento de un hombre de ciencia, Robert Boyle. Dirigiéndose a los miembros de la Royal Society dice: "Deseándoles también

nales consideradas de provecho para la sociedad era incluso, para el puritanismo, un signo inequívoco de la gracia divina y por lo tanto de la posibilidad de salvación para quien realizaba las obras. De esta manera la ciencia, en tanto que conocimiento de la naturaleza aplicable a la resolución de las necesidades materiales del hombre y en cuyo ejercicio la razón abandona la especulación estéril y se aplica con rigor al estudio de los hechos empíricos, encontraba apoyo y reconocimiento social en el puritanismo. Notables propagandistas, promotores y practicantes de la nueva ciencia empírica en Inglaterra como Francis Bacon y casi todos los que constituían hacia 1645 el "*Invisible College*", antecesor directo de la *Royal Society*, entre ellos Robert Boyle, John Wallis, William Petty, John Wilkins, eran puritanos.

El significado utilitarista que en gran medida la nueva ciencia tiene para el empirismo se evidencia en diversos pasajes del *Novum Organum* de Francis Bacon. Para este ideólogo el valor de la ciencia reside ante todo en la capacidad de dominio que le confiere al hombre sobre las fuerzas de la naturaleza. "La ciencia del hombre es la medida de su potencia" nos dice en el tercer aforismo, al comienzo de la obra. El estadio actual de las ciencias, sostiene Bacon, en el cual éstas "no nos enseñan ni a hacer nuevas conquistas ni a extender nuestra industria" (Af. VIII, lib. I) debe ser superado. Bacon llega a sugerir incluso que la utilidad debe constituirse en criterio importante para juzgar la verdad de las doctrinas "No hay signo más cierto ni de más consideración, que el que deriva de los resultados. Las invenciones útiles son como garantía y caución de la verdad de las filosofías... es preciso juzgar de la doctrina por sus frutos y declarar vana la que es estéril, y esto con tanta mayor razón, si la filosofía, en vez de los frutos de la viña y el olivo, produce las zarzas y las espinas de las discusiones y las querellas" (af. LXXIII, Lib. I)<sup>7</sup>. Esta conexión estrecha entre utilidad práctica

---

un buen éxito en sus loables intentos de descubrir la verdadera naturaleza de las obras de Dios; y rogando que ellos y todos los demás investigadores de las verdades físicas puedan remitir cordialmente sus logros a la Gloria del Gran Autor de la Naturaleza y para confortación de la humanidad". Citado por Merton, *Ibid.*, p. 116.

7. Aunque, en efecto, para Bacon los fines principales de la ciencia son de carácter práctico y utilitario, el mismo autor previene, en varios aforismos del

y verdad científica —e incluso la subordinación de la segunda a la primera— se reitera al comienzo del libro II donde se nos dice que “lo que es más útil en la práctica, es al propio tiempo lo más verdadero en la ciencia” (Af. IV, Lib. II).

Boyle, quien se considera discípulo de Bacon, también insiste con frecuencia en el carácter utilitario que, en su concepto, debe tener la nueva ciencia. Hablando de su propia actividad, dice por ejemplo, que se aplicará a la “filosofía natural, la mecánica y la agricultura, según los principios de nuestro colegio filosófico [el “Invisible College”] que no valora más conocimiento que el que se puede usar”<sup>8</sup>.

Si bien, como lo señala Merton, el utilitarismo es en la Inglaterra del siglo XVII un valor cultural que permea muchas de las actividades de la sociedad, la orientación marcadamente utilitaria de las ciencias naturales es característica del empirismo científico. Galileo y también Newton, como hombres de su tiempo, valoraron ciertamente las aplicaciones prácticas que podían resultar de sus descubrimientos científicos. Pero, a diferencia de los empiristas, estas aplicaciones eran para ellos apenas una consecuencia secundaria de las verdades necesarias cuya búsqueda constituía en el fondo la principal finalidad de la investigación científica. La verdad, cuyos criterios nunca pueden reducirse, como lo sugiere Bacon, a la utilidad, es de alguna manera, para los iniciadores de la física matemática, inherente a la naturaleza misma de los entes físicos. De este hecho se deriva probablemente el carácter de necesidad que las verdades de la ciencia tienen para estos pensadores. Muchos pasajes de la obra de Galileo sugieren que el mundo natural se rige según una racionalidad matemática que de alguna manera estaría inscrita en la naturaleza. Para Newton, de manera similar, una ley matemática de carácter universal, como sería por ejemplo la ley de la gravitación, es también, como se verá

---

*Novum Organum*, contra un afán precipitado en la búsqueda de la utilidad inmediata durante el desarrollo mismo de la investigación. Por ejemplo en el aforismo CXXI del libro I nos dice que *al comienzo de la investigación es preferible concentrarse en las “experiencias luminosas”, aquellas que arrojan luz sobre los procesos de la naturaleza y sus causas, que en las “fructíferas”*. Véase también el aforismo XCIX.

8. Citado por Carlos Solís en Robert Boyle, *Física, Química y Filosofía Mecánica*, Alianza Editorial, Madrid, 1985, p. 20.

más adelante, una verdad inherente a la naturaleza misma que gobierna el comportamiento de esta última aunque tal vez no lo explique por completo.

## 2.2. UTILITARISMO Y CAUSALIDAD

*Francis Bacon.*

Pero ¿de dónde proviene propiamente, según el empirismo científico, la utilidad de las ciencias? Según Bacon la ciencia es fuente de poder y de dominio sobre la naturaleza porque nos hace conocer las causas y en consecuencia nos da también la posibilidad de controlar los efectos. Esto es lo que de manera sintética se afirma en uno de los aforismos más conocidos del *Novum Organum*: “la ciencia del hombre es la medida de su potencia, porque ignorar la causa es no poder producir el efecto. No se vence a la naturaleza sino obedeciéndola y lo que en la especulación lleva el nombre de causa conviértese en regla en la práctica” (Af. III, Lib. I)<sup>9</sup>. La ciencia debe tender ante todo a la búsqueda de las causas, concentrándose más en los experimentos que permiten encontrarlas (“experimentos luminosos”) que en aquellos que sólo aportan un fruto o una utilidad inmediata (“experimentos fructíferos” - Af. LXX, Lib. I).

Cuando intentamos explorar en la obra de Bacon el significado del concepto de causa encontramos, sin embargo, poca claridad. Aunque se refiere a Demócrito en términos elogiosos señalando cómo su escuela penetró mejor que cualquier otra en los fenómenos naturales pues “es preferible fraccionar la naturaleza que abstraerla” (Af. LI, Lib. I), Bacon no abraza, como lo hará más adelante Boyle, la hipótesis atómica<sup>10</sup>. Por lo tanto las

---

9. La idea, importante en Bacon, de que sólo obedeciendo a la naturaleza —es decir, propiciando la acción de las causas, una vez conocidas, para que la naturaleza por sí sola desarrolle los efectos— es posible dominarla, que subraya de nuevo el concepto utilitarista de la ciencia, se repite hacia el final del libro I, en el aforismo CXXIX.

10. Bacon rechaza explícitamente el atomismo en el aforismo VIII del libro II: “Es preciso, sin embargo, no llegar hasta el átomo que presupone un vacío y una materia no fluida, cosas ambas falsas, sino hasta las partículas verdaderas, tal como se las puede descubrir”. En otras palabras, no hay que inventar ficciones sobre átomos y vacío sino atenerse a las partículas tal como es posible descubrirlas en la experiencia.

causas a las que se refiere Bacon no son de origen mecánico-corpúscular. Tampoco adhiere a las cuatro causas aristotélicas. Aunque reconoce, con los seguidores de Aristóteles, que “conocer verdaderamente es conocer por las causas” (Af. II, Lib. II), critica la “causa final” que no puede residir en la naturaleza sino en el hombre y la “causa formal” porque “el descubrimiento de la forma es considerado como imposible” (Af. II, Lib. II). El estudio de las “causas eficientes y materiales”, que son según Bacon “inestables y pasajeras”, no ensancha “los límites de la ciencia y de la industria que tienen más profundos fundamentos” (Af. III, Lib. II) y sólo puede en el mejor de los casos llevar “a nuevas invenciones en una materia semejante [homogénea, semejante a sí misma] y hasta cierto punto preparada” (Af. III, Lib. II). Bacon parece buscar la causa permanente —no sólo las materiales y eficientes que son, como acabamos de ver, “inestables y pasajeras”— de las transformaciones de los cuerpos y de los fenómenos naturales en lo que llama “la forma o diferencia verdadera o la naturaleza natúrante o la fuente de conservación” (Af. I, Lib. II). Bacon aparentemente apunta a la esencia o a la constitución misma o a la naturaleza de la sustancia, de la propiedad o del fenómeno bajo investigación. En la naturaleza no existen sino “cuerpos individuales, que realizan actos puramente individuales”, nos advierte, pero esos actos están sujetos a una ley. El descubrimiento y la explicación de la ley es lo que constituye el fundamento tanto de la ciencia como de la práctica. “Esa ley y sus cláusulas (modalidades) es lo que nosotros comprendemos bajo el nombre de formas...” (Af. II, Lib. II). Detrás de lo particular observable se encuentra la forma general que de alguna manera fundamenta lo observable y cuyo conocimiento puede orientar certeramente la práctica. La ciencia, superando la simple enumeración de lo particular, debe tender al conocimiento de la “forma”, de lo general. “...Conocer las formas, es haber comprendido la unidad de la naturaleza en medio de las materias más desemejantes, y por consiguiente poder descubrir y producir fenómenos y operaciones hasta aquí desconocidos... Así pues del descubrimiento de las formas resulta una teoría verdadera y una amplia práctica” (Af. III, Lib. II). La voluntad de superar el empirismo estrecho se expresa también magistralmente en varios aforismos del libro I (Af. LXXXII y XCV, por ejemplo). En particular en el aforismo XCV leemos:

“Las ciencias han sido tratadas o por los empíricos o por los dogmáticos. Los empíricos, semejantes a las hormigas, sólo saben recoger y gastar; los racionalistas, semejantes a las arañas, forman telas que sacan de sí mismos; el procedimiento de la abeja ocupa el término medio entre los dos; la abeja recoge sus materiales en las flores de los jardines y de los campos, pero los transforma y los destila por una virtud que le es propia. Esta es la imagen del verdadero trabajo en la filosofía, que no se fia exclusivamente de las fuerzas de la humana inteligencia y ni siquiera hace de ella su principal apoyo; que no se contenta tampoco con depositar en la memoria, sin cambiarlos, los materiales recogidos en la historia natural y en las artes mecánicas, sino que los lleva hasta la inteligencia modificados y transformados. Por eso todo debe esperarse de una alianza íntima y sagrada de esas dos facultades experimental y racional, alianza que aún no se ha verificado”.

Pero, si el problema de la indagación científica es el de llegar al conocimiento de la “forma”, cabe preguntar cómo podría alcanzarse ese conocimiento, máxime cuando la “forma”, en tanto que concepto, no logra aún configurarse con suficiente claridad. Para Bacon todo cuerpo es un agregado de propiedades, de “naturalezas simples” (Af. V, Lib. II). Cada propiedad, por su parte, se encuentra determinada por una forma. Si esta forma existe, “la propiedad dada se sigue infaliblemente” (Af. IV, Lib. II) y viceversa, si la forma se suprime la propiedad también. La forma es como el “signo cierto” de la propiedad. Así pues el trabajo que lleva al descubrimiento de las formas “consiste en la *separación* y *exclusión* de cada una de las propiedades que no se encuentran en todas las experiencias en que se presenta la propiedad dada, o que aparecen en algunos experimentos en que la propiedad dada no se encuentra...” (Af. XVI, Lib. II). Al final de este minucioso proceso analítico debería quedar “la forma cierta, sólida, verdadera y bien determinada” (Af. XVI, Lib. II). Este es el método de análisis empírico, apoyado en las tablas de presencia, de ausencia y de grados, que Bacon utiliza en la confusa indagación sobre el calor que aparece en el libro II del *Novum Organum*. Bacon llega a la

conclusión —aunque es difícil entrever cómo esta conclusión se sigue del análisis— de que el calor es una determinada forma de movimiento. Esta sería entonces la “forma” del calor, la causa determinante que explicaría sus propiedades.

Aunque el concepto de forma es difuso —podría, en efecto, entenderse como una ley pero también como una esencia o como una sustancia— Bacon, por intermedio de él, puede asignarle a la ciencia fines generales que trascienden la recolección empírica de hechos y de datos. Sin embargo el texto con frecuencia confuso del libro II del *Novum Organum* hace pensar a veces que esa “forma” baconiana no es sino una reedición de las “cualidades” de la física escolástica (lo frío, lo caliente, lo húmedo, etc.) que jugaban también el papel de causas y que tan acerbamente critica Bacon en el primer libro del *Novum Organum*.

El método propuesto por Bacon para encontrar esas “formas” generales es uno de los rasgos más característicos de su posición empírica. Se trata de un método inductivo que tiene “su punto de partida en la experiencia misma” y que consistiría esencialmente, como se lee en el prefacio del *Novum Organum*, en “socorrer a los sentidos limitándolos” y “en proscribir las más de las veces el trabajo del pensamiento que sigue la experiencia sensible”. “No ya alas es lo que conviene añadir al espíritu humano, nos dice Bacon en otro lugar, sino más bien plomo y peso para detenerle en su arranque y en su vuelo” (Af. CIV, Lib. I), manteniéndolo así ligado estrechamente a lo sensible y permitiéndole que sólo paso a paso pero de manera segura pueda elevarse hasta las causas y las leyes generales<sup>11</sup>. El nuevo método permitiría —esa es la ilusión de Bacon— que cualquier persona con suficiente perseverancia pero sin poseer necesaria-

---

11. Transcribimos la célebre formulación del método inductivo en el aforismo XIX del libro I: “Ni hay ni puede haber más que dos vías para la investigación y descubrimiento de la verdad: una que, partiendo de la experiencia y de los hechos, se remonta en seguida a los principios más generales (axiomas supremos), y en virtud de esos principios que adquieren una autoridad incontestable, juzga y establece las leyes secundarias (axiomas medios), cuya vía es la que ahora se sigue, y otra, que de la experiencia y de los hechos induce las leyes, elevándose progresivamente y sin sacudidas hasta los principios más generales que alcanza en último término. Esta es la verdadera vía; pero jamás se la ha puesto en práctica”.

mente una cultura especializada pueda investigar con buen éxito los fenómenos de la naturaleza<sup>12</sup>. En la tarea de investigar la naturaleza, el instrumento —en este caso el método— hace iguales a todos los hombres.

Como ya se ha dicho, en el libro II del *Novum Organum* Bacon aplica su método a una investigación sobre el calor. Basta echar una ojeada a la larga lista de hechos heteróclitos que se consignan en las tablas de presencia, de ausencia y de grados para intuir cuál es la debilidad esencial del método baconiano: una ausencia de criterios racionales que permitan jerarquizar los hechos observados y poderlos estudiar bajo una perspectiva unificadora<sup>13</sup>. Bajo estas condiciones la supuesta “forma” a la cual quiere inductivamente llegar Bacon corre el riesgo de ser o bien una invención carente de conexión estrecha y necesaria con lo empírico (es lo que ocurre con la “forma” del calor —calor como una especie particular de movimiento— que Bacon propone al final de su investigación en el libro II del *Novum Organum*) o bien una representación conceptual de los hechos de observación que no logra sin embargo trascenderlos. Un diagnóstico similar podría hacerse de aquellas explicaciones “por las causas” de la física medieval de inspiración aristotélica que en el fondo no resultaban ser sino una expresión lingüística del mismo fenómeno observado<sup>14</sup>.

---

12. Este ideal baconiano de democratización de la ciencia se expresa en el aforismo LXI: “Es tal nuestro método de descubrimientos científicos, que no deja gran cosa a la penetración y al vigor de las inteligencias, antes bien las hace a todas aproximadamente iguales. Para trazar una línea recta o describir un círculo perfecto, la seguridad de la mano y el ejercicio entran por mucho en ello, si nos servimos de la mano sola; pero son de poca o ninguna importancia si empleamos la regla o el compás: así ocurre en nuestro método”.

13. Una perspectiva unificadora es la que logra, por ejemplo, Galileo cuando (1) propone como objeto de estudio de la nueva ciencia de la mecánica *sólo* los fenómenos de movimiento de los cuerpos materiales y (2) descarta aquellos aspectos del movimiento que no pueden someterse a la cuantificación, a la medición y al tratamiento matemático.

14. Maurice Clavelin expresa así los propósitos y las limitaciones del proceso de explicación aristotélica: “Una fórmula lo resume [el proceso de explicación en la física aristotélica y medieval]: explicar los efectos naturales, es decir a la vez la situación respectiva de los cuerpos, sus cualidades aparentes y sus cambios, es ante todo remitirlos a esencias o principios que se comportan como causas; o bien, si se prefiere: Explicar un efecto es ante todo motivarlo *físicamente*, dar razón de su *existencia*... Pero es claro también que, para que no

### 2.3. HIPÓTESIS CORPUSCULAR Y CAUSALIDAD

*Robert Boyle.*

Robert Boyle, uno de los seguidores más importantes de Bacon en el siglo XVII, logra explicitar una concepción causal de los fenómenos naturales de una manera mucho más precisa porque, a pesar de su profundo escepticismo baconiano hacia los sistemas teóricos y filosóficos sobre la naturaleza, adopta una filosofía mecánico-corpúscular que orienta su trabajo. Boyle expresa así su propósito de explicación mecánica: "Lo que principalmente me propongo es mostrar con experimentos que casi todas las clases de cualidades, la mayoría de las cuales la escolástica dejó sin explicar o se referían generalmente a no sé qué incomprensibles formas sustanciales, pueden producirse mecánicamente. Me refiero a los agentes corpóreos que no parecen obrar más que por virtud del movimiento, el tamaño, la figura y la disposición de sus partes..."<sup>15</sup> En su obra *Consideraciones y experimentos sobre el origen de las formas y cualidades* Boyle expone los principios fundamentales de esta filosofía mecanicista. El primero de ellos señala cómo "hay una materia católica y universal común a todos los cuerpos, y por ella entiendo una sustancia extensa, divisible e impenetrable"<sup>16</sup>. Ahora bien, puesto que esta materia "no es más que una en su naturaleza propia, la diversidad que contemplamos en los cuerpos ha de derivar necesariamente de alguna otra cosa distinta

---

sea una simple quimera, tal concepción exige del espíritu humano el poder de aprehender de alguna manera el orden natural de la esencia o de los principios. Se ve de inmediato el peligro en caso de que esta exigencia no pueda cumplirse: ¿no se correrá el riesgo de bautizar como esencia o principio una abstracción que se limitaría a representar bajo otra forma la información de los sentidos? Lejos de explicar el mundo de la percepción, ¿el mundo de las esencias no corre el riesgo de ser pura y simplemente su reflejo?"

Clavelin apunta también en esta crítica al carácter cuasi tautológico de algunas explicaciones escolásticas. Por ejemplo, algunos cuerpos caen porque poseen la cualidad de "lo pesado" —cualidad que incluso llega a concebirse como independiente de la materia— en cuya naturaleza está precisamente producir el efecto de caída. Clavelin, Maurice, *La Philosophie Naturelle de Galilée*. Armand Colin 1968 cap. VIII p. 393 (La traducción es nuestra).

15. Citado por E. A. Burti en *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Editorial Sudamericana, p. 189.

16. Boyle Robert, *Física, Química y Filosofía Mecánica*, Alianza Editorial, Madrid 1985, p. 194.

de la materia de que constan"<sup>17</sup>. Esta "otra cosa distinta" será el movimiento, entendido no como algo "congénito a la materia" a la manera de los atomistas griegos, sino como algo esencialmente distinto a ella. Dios, la *causa primera* de todo, no sólo le ha impartido el movimiento a la materia sino que también ha establecido las leyes que lo rigen y ha guiado los movimientos de las pequeñas partes de la materia para formar "los cuerpos de las criaturas vivas". El movimiento local es la principal de las "*causas segundas*", es el gran agente de cuanto ocurre en la naturaleza. Como efecto "del movimiento diversamente determinado" la materia se divide en partes. Cada parte posee su propio tamaño y figura pero estas propiedades son para Boyle sólo *accidentes* inseparables de la materia. Los dos *principios* explicativos son la *materia*, dividida en corpúsculos, y el *movimiento*. A ellos debe remitirse en última instancia la explicación causal no sólo de las "formas y cualidades" de los cuerpos sino de todos los fenómenos observables en la naturaleza.

Con estos dos principios se trasciende, vale la pena recalcarlo, lo meramente empírico y observable y se establece, así sea de manera aún muy poco elaborada, un marco racional dentro del cual puede orientarse el proceso explicativo. Boyle intentará aplicar la hipótesis corpuscular a la explicación de algunos fenómenos físicos y químicos<sup>18</sup>. Estas explicaciones que se dan

---

17. *Ibid.*, p. 194.

18. Boyle intentará explicar lo que él llama "The spring of the air", es decir el efecto de "resorte" del aire, la posibilidad de comprimirlo o expandirlo y rarificarlo, por medio de la hipótesis corpuscular suponiendo que las partículas de aire son como cintas que se enrollan al igual que resortes de relojería y poseen al mismo tiempo movimientos de rotación sobre sí mismas. La explicación de Boyle se desarrolla a un nivel cualitativo. No se hace ningún intento de relacionar matemáticamente el modelo de gas propuesto con la ley de los gases que establece una relación cuantitativa entre la presión y el volumen y que fue encontrada empíricamente por el mismo Boyle. Vale la pena contrastar esta explicación de Boyle con la utilización que Newton hace, para el mismo sistema físico de un gas, de la hipótesis corpuscular. En la sección XXIII del libro II de los *Principia* Newton demuestra *matemáticamente* que bajo la suposición de que un gas conste de partículas que se repelen mutuamente, la fuerza de repulsión debe ser (condición necesaria y suficiente) inversamente proporcional a la distancia entre los centros de las partículas para que se cumpla la ley de Boyle. (Newton, I, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Editora Nacional, Madrid, 1982, p. 550). Como se ve Boyle elabora su explicación construyen-

a un nivel puramente cualitativo, permiten imaginar según principios unificados el desarrollo de los procesos estudiados. Sin embargo, como ocurría con las explicaciones de Hooke sobre los colores, la necesidad involucrada en la explicación es débil. Sin mucha dificultad se podría, en efecto, dar razón de los mismos fenómenos con base en supuestos diferentes. Precisamente una de las virtudes de la matematización de las explicaciones de la ciencia natural —matematización en general ignorada como secundaria y superflua por los representantes de esta corriente baconiana pero promovida intensamente por Newton— es que posibilita, como lo señalaba el mismo Newton, un mayor grado de necesidad. Aunque la matematización implica generalmente la constitución de una imagen o de un modelo idealizado y abstracto de lo real, exige sin embargo, en ese espacio ideal, una mayor precisión conceptual y arroja en general resultados cuantitativos que pueden contrastarse con el fenómeno real por medio de experimentos. A pesar de que Boyle ha logrado formular un marco racional mínimo —la hipótesis corpuscular— que le permite pensar de manera unificada las causas de los fenómenos naturales, sus explicaciones no logran superar ese terreno, tan acerbamente criticado por Newton en su polémica con Hooke, de las hipótesis y conjeturas en el cual no es posible, al decir del mismo autor de los *Principia*, alcanzar certeza alguna.

Boyle, al igual que Bacon, tiene una posición escéptica con respecto a las posibilidades del conocimiento humano. De allí se deriva su desconfianza hacia las amplias generalizaciones y hacia los sistemas teóricos. “Mejor que construir amplias hipótesis especulativas sobre el universo, dice Burtt refiriéndose a Boyle, es tener un conocimiento pequeño que es seguro porque se basa en el experimento y que aumenta aunque siempre sea

---

do un modelo del gas basado en analogías con mecanismos concretos de uso corriente en la técnica de su época (partículas de gas como resortes de relojería). Newton en cambio imagina un *modelo abstracto* del gas (gas compuesto de *partículas puntuales* que interactúan según alguna ley de fuerza) apropiado para la aplicación de la matemática. Boyle intentará también una explicación corpuscular de la “fijeza” o sea de la propiedad de ciertas sustancias químicas opuestas a la volatilidad. Boyle R. “Notas experimentales sobre la producción u origen *mecánico* de la *fijeza*”, *op. cit.*, p. 168) Boyle, R. “Una explicación de la refracción” en *Física, Química y Filosofía Mecánica*, *op. cit.*, p. 91.

incompleto y fragmentario”<sup>19</sup>. No sólo resulta pretencioso, incluso ridículo, construir teorías generales cuando el intelecto humano apenas logra penetrar una ínfima porción del mundo cognoscible, sino que además toda generalización teórica deviene caduca cuando aparecen nuevos hechos de experiencia que no fueron tomados en cuenta al elaborar la teoría. Por eso la ciencia, según Boyle, debe orientarse más hacia la constitución de un importante conjunto de hechos seguros y de hipótesis explicativas que hacia la elaboración de sistemas conceptuales complejos sobre los fenómenos. En un espíritu que Burt considera afín al del positivismo, Boyle sostiene que cuando sobre un mismo fenómeno hay diversas hipótesis explicativas puede resultar imposible afirma que una de ellas es verdadera con exclusión de las otras y en tal caso la ciencia debe contentarse con un conocimiento probabilístico. La ciencia, según la concepción del empirismo científico, tiene como tareas principales el establecimiento de hechos<sup>20</sup> a través de observaciones y experimentos rigurosos (historias naturales) y la formulación de *hipótesis* explicativas. El ideal de aprehender la *necesidad natural* a través de la ciencia ha pasado a un segundo plano.

En realidad la conciencia debilitada, propia del empirismo científico, sobre la importancia de lograr el carácter de *necesidad* para las proposiciones de la ciencia se relaciona con su concepción utilitarista de las ciencias. Si la ciencia se valora ante todo por sus aplicaciones prácticas la aprehensión de la necesidad en los procesos naturales tenderá a subordinarse a la consecución de resultados útiles. En palabras de Boyle: “...si vuestro fin es dominar la naturaleza en vista a fines particula-

---

19. Burt, *op. cit.*, p. 204.

20. Los hechos son sagrados para el empirismo científico. A este respecto es característica la indignación de Boyle ante un escrito de Pascal en el cual el pensador francés describe, con el único propósito de ilustrar ciertas consecuencias teóricas sobre la hidrostática, algunos experimentos hipotéticos. En uno de ellos se muestra a un hombre totalmente sumergido sentado tranquilamente sobre una roca en el fondo del océano y sosteniendo sobre el muslo un largo tubo que llega hasta la superficie del agua. Boyle reacciona ante este tratamiento juguetón que Pascal le da al experimento imaginario: Pascal no sólo se abstiene de dar indicaciones detalladas que le permitan a cualquier otro investigador repetir los experimentos sino que se complace incluso en describir experimentos imposibles. Véase Boyle, *R. op. cit.*, Introd. de Carlos Solís pp. 25-26.

res, podréis a menudo descubrir las relaciones necesarias entre las cualidades inmediatamente experimentadas sin ascender a la cúspide en la serie de las causas”<sup>21</sup>. Sólo cuando se concibe que la finalidad esencial de la ciencia es la indagación de la verdad independientemente de cualquier consideración pragmática, la búsqueda de la necesidad y la exigencia de rigor en la explicitación discursiva de la misma se hacen ineludibles.

Por otra parte el empirismo científico puede interpretarse también como una reacción, que en algunos de sus aspectos se vuelve extrema, contra la especulación de la filosofía natural escolástica que ha perdido, ya por esta época, todo vínculo firme con la realidad perceptible. Como lo expresa con vehemencia Bacon en el primer libro del *Novum Organum*, se hace necesario abandonar en la investigación de la naturaleza el accionar del pensamiento en el vacío, sin raíces en la realidad, sustentado por la mera lógica formal. El retorno a lo real es la principal divisa de la nueva ciencia. Pero mientras que en un Galileo ese retorno viene orientado por una concepción que busca la esencia matemática —por lo tanto eminentemente racional y sistemática— de la realidad física, en el empirismo lo real es concebido ante todo como aquello que es accesible a la experiencia perceptual<sup>22</sup>. De ahí resulta una desconfianza, con frecuencia extrema, hacia las teorizaciones, hacia la construcción de sistemas conceptuales e incluso hacia el empleo de la matemática para el estudio de la realidad física. La matemática —aquello que, según la etimología original de la palabra, puede ponerse totalmente en el lenguaje— trabaja sobre construcciones que son en buena medida imaginarias y ficticias y no se ve, dentro de la perspectiva empirista, cómo estas últimas pueden tener algo en común con los procesos observables que ocurren en el mundo físico.

#### 2.4. NEWTON Y EL EMPIRISMO CIENTIFICO

No es difícil apreciar, tomando en cuenta los análisis del capítulo anterior con respecto al trabajo de Newton sobre la

21. Citado por Burtt, *op. cit.*, p. 184.

22. Bacon entiende, claro está, que los sentidos pueden engañarnos. Por eso hay que cuidarse de los “ídolos” y en los procesos de inducción emplear la razón para orientar y afinar paso a paso la percepción.

óptica de los colores, las diferencias existentes entre la posición del empirismo científico y la concepción del autor de los *Principia* sobre la ciencia. Para Newton la filosofía natural, por lo menos en su forma más acabada, (los *Principia* o lo que Newton llamó la teoría matemática de los colores podrían ser ejemplos de ella) debe tender a estructurarse como un sistema y debe buscar la certeza de sus proposiciones. Idealmente este sistema es similar al que adoptan las teorías matemáticas. Como en éstas, se intenta definir con precisión los conceptos básicos (por ejemplo, el concepto de “rayo” en la óptica de los colores) y se procura sentar como fundamento ciertos principios (los tres principios anteriormente citados para la óptica de los colores, por ejemplo) que juegan un papel análogo al de los postulados en las teorías matemáticas. Las proposiciones del sistema se ligan con los principios a través de los enlaces deductivos de la matemática. Sin embargo, a diferencia de lo que aparentemente ocurre con las teorías de la matemática pura, los principios y proposiciones fundamentales del sistema no son arbitrarios. Derivan su certeza de la relación que guardan con la observación y el experimento. Newton insiste repetidamente sobre esta relación que para él es fundamental: o bien las proposiciones provienen directamente de la observación y de los experimentos como ocurre —según piensa Newton— con las proposiciones centrales de la óptica de los colores, o bien se corroboran indirectamente poniendo a prueba, en experimentos especialmente diseñados, conclusiones deducidas de esos primeros principios. Este último sería el caso, por ejemplo, de los principios sobre el espacio y el tiempo absolutos que no son susceptibles de una corroboración experimental directa (aunque Newton creyó haber encontrado una para el espacio absoluto en su célebre experimento del balde de agua) pero que, al constituir supuestamente un fundamento necesario para la mecánica quedarían validados indirectamente al poner a prueba las conclusiones que se derivan de esta ciencia<sup>23</sup>. De todas formas,

---

23. Como se sabe una posición similar a esta es la que adoptó Leonard Euler en el siglo XVIII. La existencia del espacio y del tiempo absolutos fue objeto de agitados debates desde los tiempos de Newton (polémica Leibniz-Clarke, por ejemplo). En el siglo XVIII para muchos pensadores estos conceptos son ideas metafísicas carentes de realidad. Leonard Euler, adoptando una posición que sería luego apoyada por muchos físicos, acepta, aunque parezcan

aunque la certeza del sistema proviene en última instancia de los experimentos y es por lo tanto tan problemática como pueden serlo éstos, el valor de la verdad de las proposiciones individuales se deriva también de la coherencia lógica del sistema mismo. Debido a las conexiones entre las proposiciones y los hechos de observación, la necesidad de las proposiciones del sistema teórico podría ser considerada como el reflejo de un comportamiento necesario de la naturaleza.

Como le veíamos en el capítulo anterior según Newton “la absoluta certeza de una ciencia no puede ser mayor que la certeza de sus principios” y esta última proviene de la experiencia; es por lo tanto de carácter físico y no matemático. Sólo si esos principios resultan ser tales que a partir de ellos se hace posible componer un sistema matemático —y ésta es una eventualidad que no tiene por qué ocurrir en todos los casos— la ciencia en cuestión podrá llamarse “matemática”. Esta distinción nítida entre física y matemática es completamente ajena al platonismo de un Galileo. Detrás de los fenómenos naturales no existe necesariamente, como probablemente piensa Galileo, una racionalidad matemática cuya explicación sería en últimas el fin principal de la ciencia<sup>25</sup>. Detrás de los fenómenos habría

---

problemáticos, los absolutos newtonianos porque sirven de fundamento para la mecánica, ciencia cuya validez está para Euler por fuera de toda duda. Véase para una discusión más detallada: Cassirer Ernst, *El problema del conocimiento*, Fondo de Cultura Económica, México, 1956, Tomo II, pp. 404 y ss. Véase también: Euler, L. *Reflexiones sobre el espacio, la fuerza y la materia*, Alianza Editorial, Madrid, 1985, pp. 39-51.

25. El “platonismo” galileano ha sido objeto de grandes controversias entre los estudiosos de la obra del sabio italiano. Koyré, quien ha sido probablemente el principal defensor de esta tesis, ha sostenido que no solamente, según Galileo, la estructura de la realidad física es de carácter matemático sino que además las leyes naturales (por lo menos las más fundamentales como la ley de la inercia) puede aprehenderse *a priori* por fuera de la experiencia. La experimentación galileana sería así apenas un apoyo o un recurso “didáctico” para hacer más fácilmente comprensible la teoría (Véase Koyré, A., *Estudes Galiléennes*, Hermann Paris 1966, pp. 205-238). Otros autores, polemizando con Koyré, insisten ya sea en la experimentación galileana como aspecto central de su método (Stillman Drake) o bien en la interrelación estrecha entre teoría y experimento como rasgo esencial (Clavelin). Véase, Drake Stillman *Galileo at work*, The University of Chicago Press, Chicago, 1978 y Clavelin, Maurice *La Philosophie Naturelle de Galilée* cap. VIII, pp. 428-435.

Muchos textos de Galileo sugieren sin embargo la creencia en una racionalidad matemática que sustenta los fenómenos naturales. El texto más conocido

más bien una *causalidad física o mecánica* a la cual sin embargo la ciencia no siempre puede acceder con seguridad. La matemática —en los casos en que una teoría matemática puede componerse— expresa el desarrollo necesario de los fenómenos pero no su razón de ser.

En ocasiones esta separación entre las causas físicas de un fenómeno y el desarrollo espacio-temporal del mismo, susceptible muchas veces este último de expresión matemática, es presentado como una distinción entre “el cómo” y “el por qué”<sup>26</sup>. Según esta tesis, un aspecto característico de la ciencia moderna desde Galileo sería el acento cada vez más grande puesto sobre “el cómo” y, paulatinamente, el abandono de las preguntas sobre “el por qué”. Estas últimas quedarían con frecuencia relegadas a campos por fuera de la ciencia misma; se trataría de preguntas que no son “científicas”, que no pueden encontrar formulación precisa ni tampoco respuesta dentro de los marcos delimitados por la disciplina científica. A nuestro entender, una interpretación más precisa pondría de relieve un

---

es el de *Il Saggiatore*: “La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto”.

Galileo, *El Ensayador*, Sarpe, Madrid 1984, No. 6, p. 61. Para Kepler, aún más que para Galileo, *la causa* de los fenómenos sensibles reside en la armonía de las relaciones matemáticas que están detrás de ellos y que los sustentan. Piénsese tan sólo en su obra *Mysterium Cosmographicum* en la cual Kepler se esfuerza por dar razón de la armonía del sistema planetario pensando la relación entre el tamaño de las órbitas de los planetas en términos de esferas inscritas y circunscritas a los cinco sólidos regulares. Véase, Burtt, *op. cit.*, p. 222.

26. Un ejemplo de esta manera de pensar la separación entre la causalidad física y el desarrollo espacio-temporal matematizable de los fenómenos se encuentra en A. J. Snow *Matter and gravity in Newton's physical philosophy*, Oxford University Press, London 1926, p. 98.

Dice Snow refiriéndose a la fuerza de gravedad newtoniana: “Newton nunca sostuvo que la formulación matemática de la fuerza fuese la causa metafísica real o última y fundamental del movimiento. Es solamente una *descripción* científica del movimiento y no una explicación; es el *cómo* y no el *por qué* de las cosas. Tampoco sostuvo (Newton) que las fuerzas centrípetas actuando a distancia fuesen la causa fundamental o primaria de la

cambio en las formas de explicación consideradas como válidas al inicio de la ciencia moderna. Las explicaciones causales de la física escolástica en términos de cualidades han perdido en la época de Galileo toda legitimidad. Para pensadores como Képler, y en cierta medida también Galileo, la formulación matemática del desarrollo de un fenómeno, al fundamentarse sobre conceptos y principios que permiten entender esa formulación como necesaria, es ya una explicación del fenómeno mismo. Sería una explicación que eventualmente podría comprenderse dentro de los marcos de una *causalidad formal* en un sentido aristotélico. Para algunos empiristas como Boyle la explicación se entiende en términos mecánico-corpúsculares (causalidad eficiente) pero a un nivel general y cualitativo que no explora en el detalle las mediaciones entre “la causa” y “el fenómeno” y que por eso mismo no alcanza muchas veces a trascender las explicaciones del sentido común. Para Newton una “teoría matemática” de un campo de fenómenos constituye, a un determinado nivel, una explicación en la medida en que no sólo vincula determinados fenómenos entre sí poniendo además en evidencia una necesidad en el desarrollo de los mismos sino también en la medida en que relaciona todo un campo de fenómenos con ciertos principios que lo fundamentan.

La teoría matemática no agota, sin embargo, la explicación. Debe ser posible pasar a otro nivel, el de la explicación mecánica o física. Este nivel casi siempre resulta problemático para Newton por la dificultad para pasar de las meras “hipótesis” explicativas a un cierto grado de necesidad. La dificultad probablemente siempre residió en lograr una conexión entre la causalidad física y la teoría matemática. Esto es lo que ocurre con el problema de la “naturaleza física” de la luz o con la

---

gravedad o una explicación de ésta. Newton, como todos los hombres de su tiempo, consideraba absurdo pensar que la atracción toma lugar entre cuerpos *a distancia sin ningún medio que se interponga*”.

En lo fundamental estamos de acuerdo con esta apreciación de Snow pero no nos parece que la formulación matemática de la gravedad pueda considerarse simplemente como una descripción. Como veremos en el capítulo siguiente, Newton logró fundamentar dinámicamente las leyes de Kepler mediante esa expresión matemática. Es decir por medio de la ley *explicó* —a un determinado nivel, se entiende— lo que antes no era sino una expresión sintética de datos experimentales (las leyes de Kepler, tal como él mismo Kepler las había encontrado ajustando datos astronómicos para la posición de ciertos planetas).

causa de la gravedad. Se sabe que estas preguntas, sobre la causalidad física que desde una posición empirista serían las preguntas claves, se constituyeron también para Newton en objeto constante de preocupación y reflexión.

Es en estos dos aspectos de la actitud newtoniana a saber, el respeto por los hechos de observación como fuente última de la certeza en las ciencias y la búsqueda de una causalidad física o mecánica como base de la explicación más esencial de los fenómenos, en los que habría que buscar probablemente la principal influencia de la corriente empirista sobre el autor de los *Principia*<sup>27</sup>

---

27. Conviene señalar cómo sólo una parte de los escritos de Newton sobre filosofía natural reviste la forma precisa del sistema matemático. Dejando de lado los voluminosos manuscritos nunca publicados sobre alquimia que atestiguan seguramente un paciente trabajo de experimentación de carácter muy empírico, vale la pena poner de presente cómo una obra tan importante como la *Optica* es en muchos de sus apartes asistemática y no totalmente ajena a las "historias naturales" de los empiristas. Aunque la forma externa del libro se asemeja a la de los sistemas matemáticos en cuanto Newton parte en cada sección de "definiciones" y "axiomas" y enuncia luego "proposiciones" y "problemas", con mucha frecuencia la "prueba" de las "proposiciones" no es de carácter matemático sino experimental. El libro pone en evidencia más la gran habilidad experimental del autor que sus capacidades como matemático. De todas formas la voluntad de organización y de sistematización propias de Newton se aprecian en la rigurosa ordenación por temas de la gran cantidad de experimentos y en la selección y jerarquización de los mismos en cuanto a la pertinencia para fines teóricos y a su importancia demostrativa.

### Capítulo III

## NECESIDAD MATEMÁTICA Y CAUSALIDAD FÍSICA EN EL PROBLEMA DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

Un examen de las etapas que conducen en la obra de Newton a la idea de la gravitación universal nos permitirá reconocer a propósito de este problema la dualidad explicativa que ya habíamos encontrado en la óptica de los colores. En efecto, Newton distinguirá, también aquí, nítidamente dos momentos de la investigación: la elaboración de una teoría matemática del fenómeno y la búsqueda de las “causas” físicas de la fuerza de gravitación.

La gravitación es seguramente el problema más complejo y más importante de la obra científica del sabio inglés. Los *Principia* giran casi enteramente alrededor de este problema. La ley matemática de la gravitación universal permite entender y abordar teóricamente de manera unificada fenómenos como la caída de los cuerpos en la Tierra, las mareas, el movimiento de las cometas, la rotación de los planetas alrededor del sol y de los satélites alrededor de los planetas, que antes de Newton eran generalmente considerados como esencialmente distintos y desconectados. Esta perspectiva unificadora constituye en sí misma una forma de explicación. A los ojos de Newton ésta no es sin embargo *toda* la explicación. Un nivel, probablemente más fundamental, que revele las causas físicas —o metafísicas— sobre las cuales reposa la ley matemática de la gravitación universal debe ser posible. Al respecto sólo encontramos en la obra de Newton sugerencias e hipótesis no totalmente explicitadas. En este nivel de la explicación, que, repitámoslo,

sigue siendo esencial para Newton, la certeza demostrativa se diluye. De ahí la importancia de distinguirlo con nitidez y de separarlo del nivel riguroso de la explicación matemática.

### 3.1. LAS ETAPAS HACIA LA TEORÍA MATEMÁTICA DE LA GRAVITACIÓN

#### a) *Las primeras reflexiones sobre la atracción gravitacional (1666-1670)*

En el borrador de una carta escrita en 1718, hacia el final de su vida, Newton hace un recuento de sus primeros trabajos sobre la fuerza de atracción gravitacional:

“Y en ese mismo año [probablemente 1666] comencé a considerar que la gravedad se extendía a la órbita de la Luna, y habiendo hallado cómo estimar la fuerza con la que [un] globo que gira dentro de una esfera presiona la superficie de la esfera, partiendo de la regla de Kepler de los tiempos periódicos de los planetas, que se hallan en una proporción sesquiáltera [3/2] de sus distancias a los centros de sus órbitas, deduje que las fuerzas que mantienen a los planetas en sus órbitas deben ser recíprocamente como los cuadrados de sus distancias a los centros en torno a los que giran”<sup>1</sup>.

---

1. Citado por Cohen I. Bernard en *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Alianza Universidad, Madrid 1983, p. 253. Podríamos explicitar el cálculo que Newton dice haber realizado de la siguiente manera: El estudio de un cuerpo (globo) que gira en círculos con velocidad uniforme dentro de una superficie esférica lleva a Newton a concluir que la “fuerza” con la cual el globo presiona la superficie de la esfera es proporcional a la velocidad de desplazamiento en la órbita elevada al cuadrado dividida por el radio:  $f \sim v^2/r$ . Por esta época (1666) esa “fuerza” es aún para Newton una “tendencia” del cuerpo a alejarse del centro (fuerza centrífuga). La aceleración del cuerpo es una medida de esa tendencia. Al aplicar esta fórmula al caso de la Luna, Newton aparentemente piensa que esta “fuerza” o “tendencia” debe ser contrarrestada (equilibrada) por una fuerza hacia el centro (fuerza centrípeta). Según la tercera ley de Kepler, encontrada por este astrónomo empíricamente a partir del análisis de datos de movimientos planetarios, la relación  $r^3/T^2$ , donde  $r$  es el radio de la órbita y  $T$  el período de revolución, es constante. Escribiendo la velocidad del planeta en la órbita como  $v = 2\pi r/T$

Según Cohen este texto debe ser considerado con cautela no sólo por el tiempo que media entre los hechos relatados y la escritura del mismo (52 años) sino también porque por esta época (1715-1718) Newton se halla inmerso en controversias sobre la prioridad de sus descubrimientos —polémica con Hooke sobre la prioridad de la gravitación universal, polémica con Leibniz sobre la prioridad del cálculo— y tiene interés por lo tanto en presentar sus hallazgos sobre la atracción gravitacional como habiendo ocurrido antes de la década del 70. En particular la expresión “las fuerzas que mantienen a los planetas en sus órbitas” parece ser una reinterpretación a *posteriori* de lo que Newton efectivamente pensó en la década del 60. Analizando un manuscrito de mediados o finales de la década, en el cual Newton calcula la “tendencia a alejarse” de la Luna y compara esta “tendencia”, medida por la aceleración, con la aceleración gravitacional en la superficie de la Tierra, Cohen concluye que por esta época Newton no posee aún, como con frecuencia se cree, la idea de la gravitación<sup>2</sup>. Ni siquiera piensa todavía el movimiento planetario como una combinación de un movimiento inercial y de una atracción hacia un centro, como parece sugerirlo el aparte de la carta que hemos citado. Newton aún visualiza el movimiento de los planetas en relación con los vórtices cartesianos<sup>3</sup> y piensa esos movimientos en

---

(longitud del círculo dividida por el período), podemos poner las siguientes igualdades:

$$f \sim v^2/r = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r} = \frac{4\pi^2 r^3}{r^2 T^2}$$

y aplicando la tercera ley de Kepler resulta  $f \sim 1/r^2$ . Esta expresión daría la forma como debe variar la “fuerza centrípeta” de atracción con la distancia para equilibrar la “tendencia” a alejarse del centro de un planeta que cumple la tercera ley de Kepler. Dado que esté punto de vista según el cual el planeta permanece en órbita en virtud de un “equilibrio” de dos “fuerzas” no aparece tampoco de manera explícita en los manuscritos de Newton, la fórmula  $f \sim 1/r^2$  podría ser simplemente una expresión para la tendencia del planeta a alejarse. Un manuscrito de fines de la década del 60 parece confirmar esta segunda posición. Ver al respecto Noi. 4

2. Cohen, *Ibid.*, p. 255 y también pp. 260-264.

3. Cohen, *Ibid.*, p. 255. Como es bien sabido en el universo lleno de Descartes, en el cual no existe ni el vacío ni la acción a distancia, los planetas son

términos de una “tendencia a alejarse” del centro por parte de los planetas. Estas tendencias, medidas por las aceleraciones, son las que Newton habría calculado como inversamente proporcionales a la distancia al cuadrado del centro<sup>4</sup>. Tampoco hay sugerencias, en los documentos de la época, de que Newton en la década del 60 haya comenzado “a considerar que la gravedad se extendía a la órbita de la Luna” como lo dice en la carta que hemos citado.

El trabajo de este período no parece ser pues sino un trabajo matemático de exploración, en el cual los conceptos básicos que Newton pondrá en juego más adelante (fuerza, inercia, gravitación universal) no se encuentran aún formulados con suficiente claridad, pero que arroja de todas formas un resultado matemático importante: la idea de una variación como  $1/r^2$  para la “tendencia” de la Luna y los planetas a alejarse de sus respectivos centros de rotación.

#### b) *La correspondencia con Hooke (1679-1680)*

Elegido Robert Hooke secretario de la Royal Society a la muerte de Oldenburg, le escribe a Newton proponiéndole llevar a cabo una discusión epistolar sobre problemas científicos que podría enriquecer los debates en las reuniones regulares de la *Royal Society*. La primera carta de Hooke trae una sugerencia sobre un método para tratar el movimiento planetario que resultaría de la mayor importancia para Newton:

“Por mi parte consideraría un favor que Ud., aceptara hacerme conocer por carta sus objeciones a cualquiera de mis hipótesis y opiniones: muy particularmente si quisiese dejarme saber lo que Ud. piensa de la hipótesis según la

---

transportados alrededor del Sol y los satélites alrededor de los planetas por vórtices de éter. Newton criticará de manera contundente este modelo en el libro II de los *Principia*.

4. En el manuscrito analizado por Cohen dice Newton “...en los planetas primarios, dado que los cubos de sus distancias al Sol son recíprocamente [o inversamente] como los números cuadrados de sus revoluciones en un tiempo dado, sus tendencias a apartarse del Sol serán recíprocamente como los cuadrados de sus distancias al Sol”. Cohen, *Ibid.*, p. 258. (El subrayado es nuestro).

*cual los movimientos de los planetas se compondrían del movimiento rectilíneo por la tangente y del movimiento de atracción hacia el cuerpo central...”<sup>5</sup>.*

Aunque esta manera de considerar el movimiento planetario ya había sido expuesta por Hooke en un trabajo de 1674 —*Attempt to prove the motion of the Earth by observation*—, Newton aparentemente sólo toma conciencia de las posibilidades implícitas en esta hipótesis a raíz de la carta de Hooke. La carta representaría para Newton —así lo han sostenido historiadores de la ciencia como Cohen y Koyré— el inicio de un viraje en su concepción del movimiento planetario. Antes de examinar los principales aspectos de este viraje, que tendrá como puntos culminantes las ideas de la gravitación universal y su aplicación al “sistema del mundo”, conviene analizar brevemente los trabajos de Hooke sobre el movimiento planetario. Nuevamente podremos contrastar a propósito de este otro problema las concepciones y formas de trabajo de los dos pensadores.

Hooke presenta un primer trabajo sobre movimiento planetario a la *Royal Society* en 1666. Según Koyré, este trabajo contiene avances conceptuales notables con relación a estudios anteriores de otros autores. En particular Hooke reemplaza la idea de “tendencia” o “instinto natural” de un planeta hacia el Sol, empleada por Borelli, por el concepto de atracción del Sol sobre el planeta<sup>6</sup>. Este cambio es importante porque en la “tendencia” el motor del movimiento se halla en el planeta

---

5. El texto completo de la carta así como una discusión detallada sobre la correspondencia Hooke-Newton de 1679-1680 puede encontrarse en A. Koyré, “Une lettre inédite de Robert Hooke a Isaac Newton” en *Etudes newtoniennes*, Gallimard, 1968, p. 274. Vale la pena señalar cómo este procedimiento de combinar un movimiento inercial y un movimiento de caída (o de atracción) para encontrar así el movimiento resultante del móvil es el método que emplea Galileo en su estudio matemático sobre el movimiento de los proyectiles (Galileo, *Discursos y demostraciones sobre dos nuevas ciencias*, Editora Nacional, Madrid 1976, jornada cuarta). Resulta por eso extraño que sea Hooke, antes que Newton, quien se haya apropiado de este principio fundamental para el tratamiento matemático del problema del movimiento.

Véase también Cohen, *op. cit.*, p. 264 y sig.

6. Véase Koyré, *Ibid.*, p. 276. La concepción de Borelli se expresa claramente en el siguiente texto:

mismo que “tiende” hacia el Sol mientras que en la “atracción” el astro, externamente, ejerce una atracción sobre el planeta. Puede concebirse —lo cual no es posible cuando se piensa el movimiento en términos de “tendencias” intrínsecas al móvil mismo— que la “atracción” que ejerce el Sol varíe con la distancia de su centro al planeta atraído. Hooke ignora aún, claro está, la forma matemática de esta variación.

En la misma sesión de la *Royal Society* Hooke realizó un célebre experimento demostrativo encaminado a mostrar por medio de un péndulo cónico cómo un móvil sujeto a una fuerza atractiva hacia un centro y al cual se le comunica inicialmente un movimiento tangencial se moverá según un círculo o una elipse<sup>7</sup>. Como puede verse el propósito mismo del experimento ya contiene en germen la idea de tratar el movimiento planetario como combinación de un movimiento tangencial y de un movimiento atractivo hacia el centro. Pero, mientras Newton por esta misma época calcula teóricamente la variación con la distancia de la “tendencia” de la Luna a alejarse de la Tierra y la compara con la aceleración de caída de los cuerpos en la superficie terrestre, Hooke como buen baconiano intenta resolver el problema del movimiento planetario por medio del estudio de un caso terrestre análogo sobre el cual se puede

---

“Supondremos entonces que el planeta *tiende a aproximarse al Sol* y que, al mismo tiempo, por el ímpetu del movimiento circular, adquiere el ímpetu de alejarse del centro solar. Mientras las fuerzas permanezcan iguales (y la una es, en efecto, compensada por la otra), el planeta no puede acercarse ni alejarse más del Sol, ni hallarse más allá de un espacio cierto y determinado; de este modo el planeta aparecerá como equilibrado y flotante”.

Citado por Antonio Escotado en la introducción a los *Principia*, Editora Nacional, Madrid, 1982, p. 86.

7. El experimento consistió en colgar del salón de reuniones de la *Royal Society* una cuerda larga de la cual pendía una pesada esfera metálica. Al apartar la esfera de su posición de equilibrio y comunicarle un impulso tangencial, la esfera describirá un círculo o una elipse. La esfera simula —así lo cree por lo menos Hooke aunque de hecho la analogía es incorrecta— la tierra moviéndose alrededor del centro. Para simular la Luna, Hooke cuelga del hilo que sostiene la esfera un segundo hilo del cual pende otra bola más pequeña que también mediante un impulso tangencial puede hacerse girar alrededor de la primera esfera. Véase Koyré “La gravitación universelle de Kepler a Newton” en *Etudes newtoniennes, op. cit.*, nota 26, p. 24.

experimentar. Sin embargo la analogía entre el movimiento del péndulo cónico y el movimiento planetario es apenas superficial y se reduce al aspecto “visible” del mismo: la forma elíptica o circular de la órbita. De hecho las diferencias entre ambos movimientos son esenciales: la fuerza atractiva ejercida por la cuerda en el caso del péndulo se dirige hacia el *centro* de la órbita mientras que en el movimiento planetario la atracción se ejerce desde el Sol situado en el *foco* de la elipse; la fuerza atractiva sobre el péndulo cónico *crece* con la distancia al centro mientras que sobre los planetas la fuerza *decrece* con la distancia. Cualquier cálculo que se intentara realizar sobre el ejemplo análogo del péndulo cónico —Hooke no intenta ningún cálculo— conduciría a resultados erróneos a nivel del movimiento planetario. Al hacer de los aspectos más externos y “perceptibles” del fenómeno el centro que orienta la investigación, la analogía que Hooke propone para el estudio “experimental” del movimiento de los planetas no sólo es incapaz de dar cuenta de los aspectos más fundamentales de ese movimiento sino que conduciría a flagrantes equivocaciones en caso de que se quisiera hacer de la analogía una base para el cálculo de órbitas planetarias.

En 1670, a propósito de una serie de conferencias —“*Cutlerian Lectures*”—. Hooke reafirma su *concepto de atracción* y lo extiende hasta convertirlo en un elemento explicativo de carácter universal. La atracción ya no sólo es ejercida por el Sol sobre los planetas o por los planetas sobre los satélites sino que ahora es una fuerza que liga todos los cuerpos celestes (o por lo menos los que forman parte del sistema solar) entre sí. En un texto de 1674 —*Attempt to prove the Motion of the Earth by Observation*— que en lo fundamental reproduce las conferencias de 1674, Hooke propone la constitución de un *sistema del mundo*, “diferente en varios aspectos” a los que han sido propuestos hasta el momento, y que debe regirse por las “reglas generales del movimiento mecánico”. El sistema reposa sobre tres supuestos fundamentales:

“Primero, se admite que todos los cuerpos celestes, cualesquiera que sean, poseen una fuerza de atracción o de gravitación hacia su propio centro por medio de la cual no sólo atraen las partes diferentes de su cuerpo, impidiéndoles así que se separen como se puede observar para

la Tierra, sino que atraen también todos los otros cuerpos celestes que se encuentran en la esfera de esta acción. Por consiguiente no sólo el Sol y la Luna tienen una influencia sobre el cuerpo y el movimiento de la Tierra, y la Tierra sobre éstos, sino que Mercurio, Marte, Saturno y Júpiter, por su fuerza de atracción, tienen una influencia considerable sobre los movimientos de la Tierra y de la misma manera la fuerza de atracción correspondiente de la Tierra tiene también una influencia considerable sobre cada uno de sus movimientos.

“La segunda suposición es que todos los cuerpos, cualesquiera que sean, una vez arrastrados a un movimiento directo y simple continúan moviéndose en línea recta hasta que otras fuerzas eficaces los desvíen y los curven en un movimiento que describe un círculo, una elipse o alguna otra línea curva más compleja.

“La tercera suposición es que las fuerzas de atracción son tanto más potentes cuanto el cuerpo sobre el cual actúan está más cercano a sus propios centros. Hasta ahora no he verificado de manera experimental el valor de esta proporción, pero ésta es una idea que una vez elaborada como es debido ayudaría considerablemente al astrónomo a reducir todos los movimientos celestes a una ley cierta... Quien comprenda la naturaleza del péndulo circular comprenderá fácilmente todo aquello sobre lo cual está fundado este principio y sabrá donde encontrar su camino en la naturaleza para obtener una verdadera comprensión...”<sup>8</sup>.

Como lo señala Koyré, son notables en este pasaje la audacia de la concepción y también la claridad del pensamiento. La concepción, en la cual está presente una idea clara de atracción universal, es similar a la que desarrollará mucho más a fondo Newton una década más tarde. Pero el pasaje también evidencia las limitaciones que le impedirán a Hooke desarrollar sus ideas mucho más allá de lo expresado en este texto de 1674. Hooke no posee aún la “proporción” según la cual varía la

---

8. Citado por A. Koyré en “Une lettre inédite de Robert Hooke a Isaac Newton” en *Etudes newtoniennes, op. cit.*, p. 277 (la traducción es nuestra).

atracción con la distancia (ley del inverso del cuadrado de la distancia,  $1/r^2$ ) y, lo que es peor, confía en encontrar esta proporción de “manera experimental”. Como lo insinúa más adelante en el texto citado, Hooke seguramente tiene en mente experimentos con péndulos cónicos (“péndulos circulares”) similares a los realizados en 1666. Ya hemos visto cómo estos experimentos que pretenden simular en la Tierra las condiciones del movimiento planetario no pueden sino conducir al error. Hooke sólo entrará en posesión de la ley de la variación de la atracción según el inverso de la distancia al cuadrado ( $f \sim 1/r^2$ ) tardíamente, en 1679, y ciertamente no lo logra a través de consideraciones experimentales. Newton, recordémoslo, aunque en aquel entonces posee nociones muy confusas sobre las fuerzas que explican el movimiento planetario, logra ya desde 1666 *deducir matemáticamente* la ley  $1/r^2$  para la “tendencia” de los planetas a alejarse del centro. Nuevamente encontramos aquí la diferencia de enfoque que separa a estos dos grandes pensadores del siglo XVII: mientras Hooke se propone basar la investigación de los problemas físicos sobre el experimento y la observación, Newton, operando si es necesario reducciones y simplificaciones, se esfuerza por convertir el problema físico en un problema matemático subordinando el experimento e incluso los detalles de la observación sistemática a las exigencias del desarrollo matemático<sup>9</sup>.

---

9. La diferencia entre la voluntad, característica de los esfuerzos de la física matemática, de componer un sistema que de manera necesaria relacione todos los fenómenos de un campo determinado y las veleidades del empirismo que juzga más útil la recolección de numerosas observaciones e invenciones, incluso totalmente desarticuladas entre sí, puede apreciarse en una “profesión de fe” en las “Cutlerian Lectures” de Hooke que, según Koyré, habría escandalizado a Newton:

“...se podría escoger casi cualquiera entre los millones de temas [de estudio] pero para escribir sobre él una historia completa y exacta se requeriría la totalidad del tiempo y de la atención de la vida de un hombre y miles de invenciones y observaciones para realizar esta historia... Es por esto que vale mucho más aprovechar las ocasiones que nos ofrece la Providencia y aplicarnos a estudiar todo lo que encontramos en nuestro camino. Percibiremos rápidamente que el número de las observaciones e invenciones importantes así recogidas sobrepasará cien veces aquellas encontradas de manera intencional. Todo hombre es capaz de

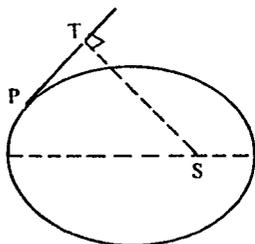
Volvamos ahora a la correspondencia Hooke-Newton de 1679. Como ya lo hemos dicho, Hooke en su primera carta propone una “hipótesis” muy valiosa para el tratamiento del movimiento planetario. Se encuentra sin embargo incapacitado para desarrollar y aplicar con provecho esta hipótesis principalmente porque en el fondo no comparte el modo matemático de abordar los problemas de la física y carece por otra parte de la formación matemática para hacerlo<sup>10</sup>. Nuevamente Hooke verá fructificar su idea en el trabajo de Newton para quien la sugerencia del primero cobrará, como ya se ha dicho, el carácter de un viraje radical en su forma de considerar el movimiento planetario. Sin embargo en su carta de respuesta a Hooke, Newton dice no haber oído mencionar antes esta “hipótesis” y se excusa de opinar sobre ella alegando estar inmerso en reflexiones ajenas a la filosofía natural. Se limita a proponer-

---

felices intuiciones y de pensamientos útiles sobre tal o cual tema que le es familiar y cuyo examen y comunicación pueden permitir a otras personas sacar gran partido”

A. Koyré “Une lettre inédite...” en *Etudes newtoniennes. Op. cit.*, nota 49, p. 304 (La traducción es nuestra).

10. La diferencia de formación matemática entre Newton y Hooke se pone en evidencia en esta misma correspondencia que estamos comentando. En su tercera carta Hooke señala que para el movimiento planetario “la atracción se halla siempre en una proporción duplicada con la distancia al centro [atrac.  $\sim 1/r^2$ ], y por consiguiente la velocidad se hallará en una proporción subduplicada con la atracción [ $v \sim \sqrt{\text{atrac.}}$ ] y por ende, como supone Kepler, recíprocamente con la distancia [ $v \sim 1/r$ ]”. Kepler, es cierto propuso la ley  $v \sim 1/r$  pero la abandonó cuando descubrió las órbitas elípticas, dándose tal vez cuenta de que la ley sólo tiene validez para órbitas circulares. Hooke en 1680 todavía piensa que la ley de las áreas de Kepler (“la línea que une al Sol con el planeta barre áreas iguales en tiempos iguales”) es equivalente a la ley  $v \sim 1/r$ . Newton capta de inmediato el error de Hooke, lo corrige en los *Principia* (corolario 1 de la proposición 1 del libro 1). La velocidad, para que sea



consistente con la ley de las áreas de Kepler, debe ser inversamente proporcional *no* a la distancia del planeta Sol sino a la distancia del Sol a la tangente trazada desde el punto en el cual se quiere encontrar la velocidad:

velocidad en P  $\sim 1/ST$

Ver, Cohen “La rev...” *op. cit.*, pp. 63 y 265.

le a Hooke un problema que podría ser de interés en sus intentos de probar el movimiento de la Tierra por observaciones. Se trata del conocido problema acerca de la trayectoria que describiría un cuerpo que se deja caer de lo alto de una torre, tomando en cuenta el movimiento de rotación diurno de la Tierra. Newton propone una trayectoria —errónea— en forma de espiral terminando en el centro de la Tierra, suponiendo naturalmente que el cuerpo puede penetrarla sin resistencia. La correspondencia girará en adelante alrededor de este problema<sup>11</sup>. En su última carta Hooke le propone a Newton el problema de encontrar la trayectoria de un móvil que se desplaza bajo la acción de una fuerza de atracción hacia un centro variando como  $1/r^2$ . Newton resuelve matemáticamente el problema usando aquella “hipótesis” sobre la cual le pedía opinar Hooke en su primera carta pero se abstiene de comunicarle a éste la solución. Cuatro años más tarde, bajo el estímulo de Halley, se iniciará alrededor de este mismo problema el trabajo que culminará con los *Principia*.

### c) El “*De Motu*” y los “*Principia*” (1684-1686)

En agosto de 1684 Edmund Halley le propone a Newton un problema de astronomía matemática sobre el cual había estado discutiendo con Hooke y Wren. Se trata del mismo propuesto por Hooke en su última carta: ¿Cuál es la curva descrita por un planeta bajo la suposición de que la atracción hacia el Sol varía como el inverso del cuadrado de la distancia Sol-planeta? Newton, quien ya ha trabajado el problema, sabe que la curva

---

11. Hooke corregirá la trayectoria en espiral de Newton proponiendo una trayectoria aproximadamente elipsoidal que hace regresar el móvil a su punto de partida. Newton responde proponiendo una trayectoria más compleja pero bajo la suposición de una fuerza de atracción constante en el interior de la Tierra. Hooke responderá señalando que la atracción debe variar en el interior como  $1/r^2$  (lo cual a su vez es incorrecto como lo mostrará Newton en los *Principia*). Un análisis detallado de esta correspondencia que pone de relieve la compleja relación de rivalidad entre Hooke y Newton y que muestra cómo éste supo desarrollar de manera creativa algunas de las ideas propuestas originalmente por Hooke se encuentra en Koyré “Une lettre inédite de Robert Hooke a Isaac Newton” en *Etudes newtoniennes. Op. cit.*, pp. 269-313.

es una elipse. Animado por Halley rehace sin embargo la demostración y hacia fines de 1684 le remite un tratado conocido generalmente como el *De Motu* en el cual se resuelve el problema y se aborda además la demostración de la ley de las áreas de Kepler. Este trabajo constituyó el núcleo alrededor del cual, entre 1684 y 1686, se elaborarían los *Principia*.

Según Cohen, entre 1679 y 1686 la concepción de Newton sobre el movimiento planetario cambia en dos aspectos que serán de la mayor importancia para la teoría que se plasma en los *Principia*. En primer lugar, la sugerencia de Hooke para tratar el movimiento planetario a la cual hemos aludido significa para Newton el abandono definitivo de explicaciones en términos de “tendencias” de los planetas a alejarse del Sol y su reemplazo por el concepto de “fuerza centrípeta” (fuerza atractiva hacia el Sol) usado permanentemente en los *Principia*. En segundo lugar, la reflexión generada por la correspondencia con Hooke le permite a Newton entender el significado *dinámico* de la ley de las áreas de Kepler. Esta ley no tenía antes para Newton más que un significado puramente geométrico. En los *Principia* la ley de las áreas se relacionará estrechamente con el principio de inercia y con las fuerzas centrípetas<sup>12</sup>.

Examinaremos ahora los principales pasos que en los *Principia* se siguen hasta llegar a la ley de la gravitación universal. Nos ayudaremos del análisis minucioso de I. Bernard Cohen en el capítulo 5 de su libro *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*<sup>13</sup>. Nos proponemos mostrar de qué manera en los *Principia* Newton procede reduciendo problemas físicos complejos a problemas matemáticos ideales. Inicialmente las situaciones matemáticas que se proponen para plantear el problema constituyen probablemente simplificaciones excesivas de la realidad pero sufren un proceso de complejización gradual por medio de hipótesis y condiciones adicionales que los acerca cada vez más a problemas astronómicos reales. Es así posible volver a lo real para examinarlo y organizarlo bajo la perspectiva de los *principios matemáticos* estable-

---

12. Cohen, I. B., *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Alianza Universidad, Madrid 1983, pp. 272-273.

13. *Ibid.*, el capítulo V de este libro lleva por título “Newton y las leyes de Kepler; los estadios de la transformación que llevan a la gravitación universal”.

cidos en el proceso de elaboración de la teoría matemática. En particular, en este estadio avanzado es posible realizar una comparación fructífera —que permita cuestionar o modificar el planteamiento del problema matemático— entre los resultados calculados y los datos de observación astronómica. Este procedimiento —lo que Cohen ha llamado el “estilo newtoniano” de los *Principia*— posibilita un desprendimiento notable de las ataduras que impone una consideración demasiado inmediata de la realidad perceptible. Newton puede trabajar con un margen grande de libertad en un terreno matemático abstracto en el cual él mismo impone las condiciones del problema. Naturalmente esta libertad con respecto a lo observacional inmediato no implica una total arbitrariedad. Para que los problemas planteados en el terreno matemático, de por sí coherentes en este terreno, posean un sentido en el dominio de la filosofía natural será necesario ajustarlos e interpretarlos de modo que, por una parte, sea posible conectar significados matemáticos con cantidades observacionales y, por otra parte pueda lograrse un grado de concordancia entre las medidas y los cálculos. De todas maneras podría decirse que el sistema teórico-matemático llega a primar sobre lo observacional, subordinándolo. Implica, ese sistema, la consideración de lo real bajo una perspectiva particular que determina incluso qué tipo de observaciones y de medidas poseen significado<sup>14</sup>. La teoría matemática es, en este sentido, un marco conceptual que posibilita una determinada interpretación significativa de lo real. El título de la máxima obra de Newton —*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, “Principios matemáticos de la filosofía natural”— no es arbitrario. Se trata justamente de sentar los principios que permitan una *interpretación matemática* de los fenómenos de movimiento de los cuerpos materiales<sup>15</sup>.

---

14. Así por ejemplo en la óptica de los colores la teoría elaborada por Newton —luz blanca compuesta de “rayos” cada uno de los cuales posee una refrangibilidad determinada y obedece a la ley de la refracción— implica que las observaciones particularmente significativas en experimentos de refracción serán no ya los colores en que se descompone la luz sino los ángulos de incidencia y refracción para cada “rayo”.

15. Según Koyré, el título que Newton le da a su obra “contiene una referencia evidente” a los *Principios de filosofía* de Descartes “al mismo tiempo que su rechazo”. El libro II de los *Principia* constituye en buena medida una

i) El desarrollo de la argumentación en el primer libro de los Principia

Newton comienza la parte propiamente astronómica de los *Principia* (sección II, Libro I, titulado “sobre la determinación de fuerzas centrípetas”) proponiendo una situación física idealizada susceptible de ser abordada rigurosamente por métodos matemáticos. Se trata (parte inicial de la demostración de la proposición I) del caso más sencillo de movimiento que, dentro del marco de las leyes generales propuestas en la parte introductoria de la obra, puede ser imaginado: el movimiento inercial de un cuerpo sobre el cual no actúan fuerzas. El cuerpo mismo es tratado por Newton como un punto matemático. La trayectoria, de acuerdo con la primera ley del movimiento, es una línea recta y el movimiento es uniforme. Newton toma un punto arbitrario exterior a la trayectoria y muestra matemáticamente que las áreas barridas en tiempos iguales por la línea que conecta el punto con el cuerpo son también iguales. Este resultado sencillo es sin embargo importante. Relaciona la ley de las áreas de Kepler con el movimiento inercial. Newton procede en seguida (en la misma proposición I del libro II) a modificar, complicándola, esta situación inicial. Introduce ahora fuerzas impulsivas (fuerzas que se ejercen durante un tiempo sumamente corto, idealmente —y así las toma Newton en su estudio— durante un instante sin dimensión) actuando a intervalos de tiempo iguales sobre la partícula que se encontraba inicialmente en movimiento inercial. Newton supone que todas estas fuerzas impulsivas se dirigen a un mismo punto. Demuestra entonces matemáticamente, con base en la segunda ley de movimiento, que también en este caso se cumple la ley de las áreas de Kepler. Es decir, las áreas barridas en tiempos iguales por la línea que une el centro de fuerzas con la partícula son también iguales<sup>16</sup>. Las dos situaciones físicas ideales hasta aquí

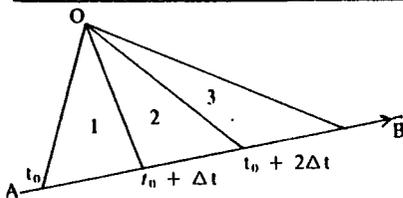
---

refutación matemática a la explicación cartesiana del movimiento planetario por medio de torbellinos de éter que en la época era la explicación más aceptada. Véase, Koyré “Newton et Descartes” en *Etudes newtoniennes, op. cit.*, p. 94.

16. Podemos representar geoméricamente las dos situaciones descritas de la siguiente manera:

propuestas son en realidad problemas matemáticos sin cohesión directa con ninguna situación física real. En el mundo de la experiencia no existen, en efecto, partículas puntuales, ni movimientos estrictamente inerciales ni fuerzas impulsivas. Un hombre de ciencia apegado estrechamente a lo real observable —como lo eran de hecho muchos de los empiristas— hubie-  
 rā probablemente desechado por irreales y claramente artificiosas estas situaciones. El criterio de Newton es distinto. Investiga la ley de las áreas en situaciones conscientemente construidas en el espacio de la matemática que permiten un tratamiento sencillo y que ofrecen la posibilidad de complejiza-  
 ciones progresivas que las acerquen a situaciones reales.

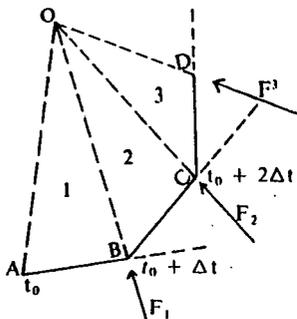
Continuando con la secuencia de los *Principia*, el siguiente paso es la reducción del intervalo de tiempo que media entre la acción de fuerzas impulsivas sucesivas hasta reducir ese intervalo a cero. La fuerza en tal caso deja de ser impulsiva para convertirse en una fuerza *siempre dirigida hacia un centro, de magnitud arbitraria y actuando constantemente sobre el cuerpo*. En este caso límite la trayectoria quebrada se convierte en una línea curva. Para este caso también será válida la ley de las áreas. Se completa así la demostración de la Proposición I. El hecho mismo de que la magnitud de la fuerza sea arbitraria



El punto móvil se desplaza según la recta AB. Se demuestra que:

$$\text{Area 1} = \text{Area 2} = \dots$$

Primera situación



El móvil se desplaza con movimiento inercial de A hasta B. En B actúa una fuerza impulsiva  $F_1$ , dirigida hacia O que desvía el móvil hacia C. En C nuevamente actúa la fuerza impulsiva  $F_2$  etc.... Se demuestra que:

$$\text{Area 1} = \text{Area 2} = \text{Area 3} = \dots$$

Segunda situación

indica que Newton no hace referencia a ningún caso real específico. La proposición II es la inversa de la I: todo cuerpo (en realidad "punto matemático") que se mueve en un plano de tal manera que las áreas barridas por una línea uniendo el cuerpo con un cierto centro O sean proporcionales al tiempo se encuentra sometido a una fuerza centrípeta dirigida hacia O. La proposición III investiga la ley de las áreas para el caso en que el centro O, alrededor del cual circula en alguna órbita la partícula, es también un cuerpo que se mueve de manera arbitraria. Se tomará luego (proposición IV) el caso especial de una *órbita circular* y se demostrará (siempre y cuando para esa órbita se cumpla la ley de las áreas con relación al centro, es decir siempre y cuando el movimiento sea uniforme) que se cumple para la *fuerza centrípeta* la expresión  $f \sim v^2/r$ , siendo  $v$  la velocidad del móvil y  $r$  el radio del círculo. Recordemos que veinte años antes, en 1666, esta expresión, que entonces Newton suponía válida para la "*tendencia*" de un planeta a alejarse del centro, le permitió encontrar la fórmula  $1/r^2$  para la variación de esa tendencia con respecto a la distancia del centro. Newton, usando la tercera ley de Kepler —período de revolución como potencia  $3/2$  del radio—, encuentra esta misma expresión pero ahora, con la claridad de conceptos alcanzada, para la *fuerza centrípeta* en el corolario VI a esta proposición IV. En el corolario VII se complace en encontrar la expresión para la variación de la fuerza centrípeta con la distancia en el caso —obviamente ideal— en que el tiempo periódico "es como cualquier potencia  $R^n$  del radio y la velocidad inversamente como la potencia  $R^{n-1}$  del radio". En la parte restante de la sección II, libro I, aparte de algunos teoremas que permiten encontrar centros de fuerza y magnitudes de fuerzas centrípetas, Newton, trata geoméricamente algunos casos particulares de movimiento en diversas órbitas (circulares, elípticas, espirales) bajo fuerzas centrípetas<sup>17</sup>.

---

17. Sin mencionar a Hooke, Newton muestra indirectamente (proposición X - problema V) que el péndulo cónico usado por aquel autor como modelo de movimiento planetario no sirve para tal propósito. En efecto, en un movimiento elíptico ocasionado por una fuerza centrípeta dirigida hacia el centro de la elipse (como en el péndulo cónico) y no hacia el *foco* la fuerza varía *directamente* con la distancia y no como el inverso del cuadrado de la misma (caso de movimiento planetario).

La sección tercera del libro I se centra en el estudio de cuerpos en movimiento hipotético sobre secciones cónicas. Las proposiciones XI y XVII se refieren al problema planteado por Hooke en su correspondencia con Newton y por Halley algunos años más tarde. La proposición XI demuestra que si un cuerpo se mueve sobre una trayectoria elíptica “la ley de la fuerza centrípeta que tiende hacia el foco de la elipse” varía como  $1/r^2$ , siendo  $r$  la distancia al foco. La proposición XVII muestra inversamente —usando de manera explícita el método propuesto por Hooke para tratar el movimiento planetario— que si la ley de fuerza hacia el centro es como  $1/r^2$  y el cuerpo “sale desde un lugar dado en la dirección de una línea recta dada” la trayectoria será una elipse, una parábola o una hipérbola según el valor que tenga esa velocidad inicial. La proposición XV demuestra la *tercera ley de Kepler*: bajo la suposición de que la fuerza centrípeta varía como  $1/r^2$  entonces “los tiempos periódicos en elipses son como la potencia  $3/2$  (*in rationes sesquiplata*) de sus ejes mayores”.

Estos son los principales resultados que Newton alcanza en una *primera fase* del desarrollo matemático que irá acercándose gradualmente al “sistema del mundo”. Aunque explícitamente matemático y guardando aún relaciones distantes con lo real, estos resultados son de capital importancia para la ciencia del movimiento y para la astronomía. Ponen en primer lugar de manifiesto el poder de la segunda ley o axioma de movimiento —“el cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esta fuerza”— en la determinación de fuerzas cuando se conoce el movimiento y de movimientos cuando se conocen las fuerzas<sup>18</sup>. En segundo lugar los desarrollos de esta parte *fundamentan dinámicamente* las tres leyes de Kepler para el movimiento planetario y muestran su importancia así como sus

---

18. Vale la pena recordar las palabras del prefacio a la primera edición de los *Principia* que resumen el programa newtoniano: “Ofrezco esta obra como principios matemáticos de la filosofía, pues toda la dificultad de la filosofía parece consistir en pasar de los fenómenos de movimiento a la investigación de las fuerzas de la Naturaleza, y luego demostrar los otros fenómenos a partir de esas fuerzas” (Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Editora Nacional, Madrid, 1982, p. 200).

limitaciones para la astronomía<sup>19</sup>. Estas leyes, que Kepler había encontrado con base en un análisis minucioso de datos astronómicos y que de hecho condensaban matemáticamente esos datos, eran para su autor, cuya orientación pitagórica es bien conocida, *la razón y la causa* de las regularidades en los movimientos planetarios. Para Newton estas leyes, tal como las encuentra Kepler, son apenas “fenómenos” —de esta manera las denomina en efecto al comienzo del libro tercero, sobre el “sistema del mundo”, en la segunda edición de los *Principia*— es decir, síntesis matemáticas directas de hechos empíricos. Newton muestra que para situaciones suficientemente sencillas (en realidad situaciones ideales o cuasi-ideales: un solo cuerpo moviéndose alrededor de un centro de fuerza, por ejemplo) estas leyes son una *consecuencia* de los principios generales de la mecánica (leyes o axiomas de movimiento). Muestra también que para situaciones más complejas (dos o más cuerpos) las leyes de Kepler tienen tan solo una validez aproximada.

En todas las demostraciones anteriormente señaladas podría decirse que la *causa, en un sentido matemático*, de las diversas propiedades del movimiento es la *fuerza*. En el contexto de la teoría matemática newtoniana es en efecto a esta entidad, que adquiere precisión conceptual sobre todo a través

---

19. Cohen ha puntualizado cómo eran generalmente consideradas las leyes de Kepler antes de la aparición de los *Principia*. “Hoy día, dice Cohen, muchos estudiosos suponen sin fundamento que, en la época de Newton, las tres leyes de Kepler eran de sobra conocidas y estaban bien demostradas, siendo la tarea de Newton deducir de ellas la fuerza gravitatoria. No era así ni mucho menos...”. Hacia 1670 la ley de las órbitas elípticas (Primera ley de Kepler) se enunciaba corrientemente en los libros de astronomía pero no siempre se utilizaba. Muchos astrónomos preferían usar los tradicionales epiciclos o bien otras figuras más fáciles de manejar matemáticamente como los “óvalos de Cassini”. “Por lo que respecta a la ley de las áreas (Segunda ley de Kepler), dice nuevamente Cohen, se puede decir que en gran medida permaneció ignorada”. En lugar de esta ley se usaban sustitutos aproximados más fáciles de emplear. Por otra parte, más allá del problema de su utilidad práctica en los cálculos, tan solo los *Principia* mostraron por primera vez la importancia de las leyes de Kepler como *fundamento de la astronomía*. Newton mostrará las limitaciones de la *tercera ley de Kepler* (periodos de revolución variando como la potencia  $3/2$  de los radios) para situaciones matemáticas más complejas que las consideradas hasta ahora. Véase Cohen, *La revolución newtoniana...*, op. cit., sección 5-2, pp. 247-251.

de las leyes de movimiento<sup>20</sup>, a la que deben remitirse los cambios en la velocidad de todo cuerpo material. Como lo ha señalado Cohen<sup>21</sup>, en el terreno matemático Newton trabajó con el concepto de fuerza *como si* se tratase de una entidad fundamental y primera que opera como causa. Es decir, considerando tan sólo el trabajo *matemático* de los *Principia* podría pensarse que la fuerza, al igual que la materia o el espacio y el tiempo absolutos, es parte constitutiva del ser mismo de la naturaleza<sup>22</sup>. Sin embargo, como veremos más adelante, Newton nunca dejó en su esfuerzo de encontrar una causa material o metafísica para la fuerza. Muchos de sus esfuerzos se orientarán a tratar de reducir la fuerza gravitacional a las entidades que por entonces se consideraban como los elementos fundamentales de la filosofía mecánica: la materia y el movimiento.

Lo que podríamos considerar como una *segunda fase* en el proceso gradual de complejización del constructo matemático comienza en la sección XI del libro I que se inicia con las siguientes palabras:

“Hasta aquí he estado exponiendo las atracciones de cuerpos hacia un centro inmóvil, *aunque muy probablemente no exista cosa semejante en la naturaleza de las cosas*. Pues las atracciones suelen dirigirse hacia cuerpos, y las acciones de los cuerpos atraídos y atrayentes son siempre recíprocas e iguales, por la Tercera Ley; con lo cual si hay dos cuerpos ni el atraído ni el atrayente se

---

20. Véase, *Principios matemáticos...*, *op. cit.*, “Definiciones”, pp. 224-227 y “Axiomas o leyes de movimiento”, pp. 237-240.

21. Véase Cohen, *op. cit.*, en particular pp. 275-276.

22. Conviene anotar cómo Newton emplea con frecuencia el término “matemático” para referirse precisamente a “modelos” o elaboraciones teóricas en las cuales las causas físicas del fenómeno se han dejado deliberadamente de lado. Así por ejemplo, como lo señalábamos en el primer capítulo, cuando Newton sostiene haber compuesto una “teoría matemática” de los colores quiere significar, en buena medida, que el problema sobre la naturaleza física de los “rayos” ha sido dejado de lado y estos se tratan en la teoría como entes abstractos cuyo comportamiento obedece a ciertas reglas (ley de la refracción, por ejemplo). En este caso el término no se refiere pues directamente al empleo de técnicas o procedimientos geométricos o matemáticos sino más bien a ciertas condiciones generales del “modelo” que harían posible un eventual empleo de esos procedimientos. Véase también Cohen. *Op. cit.*, nota 23, p. 376.

encuentran verdaderamente en reposo, sino que ambos giran en torno a un centro común de gravedad estando por así decirlo mutuamente atraídos”<sup>23</sup>.

Como se ve Newton es perfectamente consciente del carácter de idealización matemática que tiene la primera fase del desarrollo de su teoría. La segunda fase lo acercará un poco más a situaciones reales. En ella, como lo advierte el mismo Newton, la Tercera Ley de movimiento —“para toda acción hay siempre una reacción opuesta e igual. Las acciones recíprocas de los cuerpos entre sí son siempre iguales y dirigidas hacia partes contrarias”— juega un papel de primera importancia. Según Cohen esta ley, que Newton encuentra generalizando reglas válidas para el impacto entre cuerpos y que en la primera fase de la teoría que se desarrolla en los *Principia* no juega ningún papel, conducirá “en virtud de una lógica casi inevitable” a la idea de la gravitación universal<sup>24</sup>. Para Newton la acción y la reacción que figuran en la tercera ley de movimiento pueden considerarse como fuerzas que representan acciones distintas sólo desde el punto de vista del análisis matemático. “Un cuerpo, dice Newton, puede considerarse el que atrae y el otro el atraído aunque esta distinción es más bien matemática que natural. En realidad, la atracción es de cualquiera de los dos cuerpos hacia el otro, siendo así del mismo tipo en cada uno de ellos” y más adelante agrega “[acción y reacción] no son dos, sino una simple operación entre dos términos... No hay, por ejemplo, una operación mediante la cual el Sol atraiga a Júpiter y otra operación mediante la cual Júpiter atraiga al Sol, sino que hay una operación por la que el Sol y Júpiter tratan de acercarse mutuamente”<sup>25</sup>.

En lugar de *una partícula* puntual moviéndose alrededor de un centro inmóvil de fuerza, a partir de la sección XI tendremos *dos partículas* —aún no se considera el caso de cuerpos extensos— atrayéndose mutuamente y moviéndose alrededor de un centro de masa común. Para esta situación matemática más compleja Newton explora la validez de las leyes de Kepler.

---

23. I. Newton, *Principios... op. cit.*, p. 404 (Los subrayados son nuestros).

24. Cohen I. B., *op. cit.*, p. 285.

25. Citado por Cohen, *op. cit.*, p. 291.

Demuestra (Corolario II de la Proposición LVIII) que, bajo una ley de fuerzas variando como  $1/r^2$  entre las dos partículas, las trayectorias son aún elipses pero su foco se sitúa en el centro de masa común. Este sería un enunciado equivalente a la primera ley de Kepler para la nueva situación. Demuestra también (Corolario III de la proposición LVIII) que las áreas barridas por la línea que une las dos partículas, pasando por el centro de masa inmóvil, es proporcional al tiempo. Esta sería la formulación equivalente a la segunda ley de Kepler para la nueva situación. La tercera ley de Kepler será la que sufre en la nueva situación mayores modificaciones. Newton las explora en la proposición LIX<sup>26</sup>.

En lo que podríamos considerar una *tercera fase*, Newton explora los movimientos de *varios cuerpos* que se atraen mutuamente con fuerzas que varían como el inverso de las distancias al cuadrado, centrandó el análisis en situaciones que guardan semejanza con el sistema solar (varios cuerpos “pequeños” moviéndose alrededor de uno “grande”, por ejemplo, en los varios casos de la Proposición LXV o bien el estudio de tres cuerpos que podrían simular eventualmente los sistemas Sol-Tierra-Luna o Sol-Júpiter-Saturno en la proposición LXVI). En el análisis de estas situaciones Newton pone especial énfasis en la magnitud de las desviaciones con relación a las dos primeras leyes de Kepler (forma elíptica de las órbitas y áreas barridas proporcionales al tiempo). Es importante notar cómo en éstos tratamientos matemáticos Newton ya está suponiendo que se ejerce una atracción mutua como  $1/r^2$  entre *todos* los cuerpos que él hace figurar en sus modelos matemáticos. En la proposición LXIX del libro I Newton muestra que, bajo la suposición de aceleraciones iguales a distancias iguales para

---

26. Para una partícula moviéndose alrededor de un centro fijo de fuerzas la tercera ley de Kepler, que relaciona el cubo del radio promedio de la órbita con el cuadrado del período, se escribe:  $a^3p/Tp^2 = C$  donde  $a_p$  = radio promedio de la órbita del planeta,  $T_p$  = período de revolución del planeta,  $C$  = constante.

Para dos partículas (planeta y Sol) que se atraen mutuamente la relación se escribe:  $a^3p/Tp^2 = C (1 + M_p/M_s)$  donde  $M_p$  = masa del planeta y  $M_s$  = masa del Sol. La relación  $a^3p/Tp^2$  depende ahora de la relación  $M_p/M_s$  entre la masa del planeta y la masa del Sol.

Véase *Principios... op. cit.*, p. 407 y también Cohen, *op. cit.*, p. 246.

varios cuerpos atraídos por un mismo cuerpo A; las fuerzas atractivas varían también en *relación directa* con la masa del cuerpo atraído. Este paso es importante pues implica, además de la distancia, la intervención de un nuevo factor, la masa en la ley de atracción. Este factor tendrá que ser tomado en cuenta al calcular las fuerzas entre cuerpos extensos<sup>27</sup>. Este es el tipo de cálculos que Newton emprende en la sección XII del libro I. Newton aborda así una *cuarta fase* en el proceso de complejización gradual de su teoría *al pasar de cuerpos puntuales a cuerpos extensos*. Se demostrará en particular que la atracción entre *cuerpos esféricos* es igual a la fuerza entre partículas de igual masa que los respectivos cuerpos y situadas en los centros de las esferas correspondientes (Proposición LXXV). Este resultado permitirá tratar los planetas como masas puntuales, pero también indicará la necesidad de introducir correcciones de detalle en ciertos movimientos (movimientos de la Luna, por ejemplo) cuando los cuerpos involucrados no son perfectamente esféricos.

ii) El tercer libro de los Principia:  
la gravitación universal como ley de la naturaleza

(α) *Las "Reglas para filosofar": los preceptos de la generalización*

Con los elementos hasta aquí elaborados (esencialmente libro I de los *Principia*) es ya posible una contrastación con los datos conocidos para el sistema planetario. Esta tarea es la que se emprende en el libro III titulado "Sistema del mundo". En la introducción de este libro Newton señala así los objetivos generales que se propone:

---

27. Newton lo señala claramente en el esolio al final de la sección XI del libro I: "...es razonable suponer que fuerzas dirigidas hacia los cuerpos dependen de la *naturaleza*, y *cantidades* de esos cuerpos, como vemos que sucede en los experimentos magnéticos. Y cuando se producen tales casos hemos de calcular las atracciones de los cuerpos asignando a cada una de sus partículas su fuerza adecuada, y hallando luego la suma de todas". (*Principios... op. cit.*, p. 434. (Los subrayados son nuestros).

“En los libros precedentes he expuesto principios de filosofía no tanto filosóficos como matemáticos, sobre los cuales resulta posible fundamentar nuestros razonamientos en asuntos filosóficos... Es preciso aún demostrar a partir de esos mismos principios la constitución del sistema del mundo”<sup>28</sup>.

En una primera parte del libro III, Newton se propone establecer como un hecho real, y no tan sólo como una hipótesis matemática, *la ley de la gravitación universal*. Para ello será necesario relacionar la teoría matemática elaborada con datos astronómicos (períodos de revolución de planetas y satélites, áreas barridas en las órbitas de planetas y satélites, entre otros).

De todas maneras Newton es consciente de que esta ley general no puede inferirse de los datos astronómicos por muy completos y confiables que estos sean. Entre la *ley de la gravitación universal* y los hechos particulares de experiencia se abre una brecha que en rigor ningún proceso deductivo puede superar. La ley es en realidad producto de la más audaz generalización. Es precisamente con el propósito de orientar, pero también de justificar, los procesos de generalización que conducirán en el libro III de los *Principia* al enunciado más universal de la ley de la gravitación que Newton enuncia al comienzo del libro las “Reglas para filosofar”:

### *Regla I*

“No debemos para las cosas naturales admitir más causas que las verdaderas y suficientes para explicar los fenómenos”.

### *Regla II*

“Por consiguiente, debemos asignar tanto como sea posible a los mismos efectos las mismas causas”.

---

28. *Principios... op. cit.*, p. 655.

### Regla III

“Las cualidades de los cuerpos que no admiten intensificación ni reducción y que resultan pertenecer a todos los cuerpos dentro del campo de nuestros experimentos, deben considerarse cualidades universales de cualquiera tipos de cuerpos”.

### Regla IV

“En filosofía experimental debemos recoger proposiciones verdaderas o muy aproximadas inferidas por inducción general a partir de los fenómenos, prescindiendo de cualesquiera hipótesis contrarias, hasta que se produzcan otros fenómenos capaces de hacer más precisas esas proposiciones o sujetas a excepciones”<sup>29</sup>.

Es interesante notar cómo las reglas se formulan a manera de *preceptos metodológicos* y no como enunciados sobre la realidad de los hechos, de las causas o de las leyes. Las reglas, en otras palabras no pretenden ser enunciados ontológicos. Pero incluso, en su carácter metodológico, el enunciado cuidadoso de las reglas excluye cualquier interpretación que quisiese hacer de ellas procedimientos infalibles para encontrar la verdad. Nótese, por ejemplo, cómo en la *regla II* Newton usa la expresión “tanto como sea posible” que relativiza la exigencia del precepto enunciado. De la misma manera en la *regla IV* Newton introduce la precaución “hasta que se produzcan otros fenómenos capaces de hacer más precisas esas proposiciones o sujetas a excepciones”. Las reglas —y sobre todo la regla IV— destacan la conciencia por parte de Newton del carácter provisional que poseen muchos de los resultados de la labor de la ciencia<sup>30</sup>.

---

29. *Ibid.*, pp. 657-659.

30. Koyré en un importante texto interpreta las “reglas para filosofar” como un deliberado rechazo por parte de Newton al innatismo y al racionalismo cartesianos, oponiéndoles su propio “empirismo”. La argumentación de Koyré es convincente en muchos aspectos. Como una aplicación de la regla III, por ejemplo, la extensión, cualidad de todos los objetos de *experiencia* debe ser considerada como perteneciente a todos los cuerpos sin excepción, al igual que

Como ejemplo de aplicación de la regla III, que ilustra bien la forma cómo será utilizada en el proceso de generalización, Newton propone que "...si consta universalmente por experimentos y observaciones astronómicas que todos los cuerpos situados en torno a la Tierra gravitan hacia ella, y esto en proporción a la cantidad de materia por ellos contenida; que del mismo modo la Luna, con arreglo a su cantidad de materia, gravita hacia la Tierra y que, por otra parte, nuestro mar gravita hacia la Luna, como todos los planetas los unos respecto de los otros, y que los cometas gravitan hacia el Sol, debemos como consecuencia de esta regla [la regla III] admitir *universalmente* que todos los cuerpos sin excepción están dotados de un *principio de gravitación mutua*"<sup>31</sup>.

---

la impenetrabilidad o la dureza. De esta manera la extensión deja de ser una *propiedad esencial de la materia* como lo quería Descartes para ser tan sólo una cualidad que, *con base en la experiencia*, suponemos común a todos los cuerpos (véase Koyré "Les Regulae philosophandi" en *Etudes newtoniennes. Op. cit.*, pp. 317-329). Cabría sin embargo un análisis más cuidadoso de este supuesto "empirismo" que Koyré le atribuye a Newton. Es cierto que en numerosos textos —por ejemplo, la regla IV para filosofar o el texto de la cuestión 31 de la *Optica*— Newton defiende el método inductivo. Pero, por lo menos en parte, estos enunciados constituyen una defensa y una precaución por parte de Newton contra el uso arbitrario en la investigación de la naturaleza de las "hipótesis" de los empiristas o de los principios innatos de los cartesianos. En realidad en investigaciones como las que tienen lugar en la *óptica de los colores* o en los *Principia*, los procesos de inducción se reducen con frecuencia a sugerencias que Newton extrae de observaciones y experiencias para la formulación de los principios generales de la teoría matemática. Pero incluso las observaciones iniciales de los fenómenos están orientadas frecuentemente por ideas teóricas. La ley de la refracción orienta de manera decisiva la observación de los colores prismáticos y las ideas galileanas y keplerianas sobre el movimiento (ley de inercia, composición de movimientos, leyes de Kepler) orientan la observación de los fenómenos astronómicos. Nunca se parte, en otras palabras, de un vacío teórico como podría sugerirlo un inductivismo de tipo baconiano. En realidad, en las investigaciones newtonianas sobre física, el contacto más decisivo con el mundo fenoménico ocurre más tarde cuando ya las bases teóricas están sentadas. El "*experimentum crucis*" en la óptica de los colores o el "*Libro III*" de los *Principia* constituyen ejemplos de ese retorno a *posteriori* sobre lo fenoménico. No sólo la teoría es puesta a prueba en este retorno sino que también los fenómenos se interpretan ahora bajo una nueva luz.

31. Este texto podría sugerir —y así fue en efecto interpretado por muchos de sus contemporáneos— que la gravedad es una *propiedad esencial* de los cuerpos, cosa en la cual Newton, como veremos más adelante, no cree. Por eso a renglón seguido agrega: "Para nada afirmo que la gravedad sea esencial a los cuerpos". (*Principios... op. cit.*, p. 659).

(β) *La aplicación de las reglas y la gravitación universal*

En la parte de “Proposiciones” del libro III, Newton demostrará con base en los datos astronómicos, interpretados claro está a la luz de los principios y del marco teórico general desarrollado en el libro I, que los satélites de Júpiter (proposición I), los planetas (prop. II) y la Luna (prop. III) son atraídos respectivamente hacia Júpiter, el Sol y la Tierra con una fuerza que varía inversamente al cuadrado de la distancia. Demuestra además (prop. IV) que a la fuerza de atracción de la Tierra sobre la Luna es la misma fuerza de gravedad que ocasiona la caída de los cuerpos en las cercanías de la superficie terrestre. En seguida establece, en la proposición V, que, siendo las propiedades de los movimientos de revolución de los satélites alrededor de los planetas similares entre sí en todos sus aspectos y similares también a la revolución de los planetas alrededor del Sol, debe seguirse de la segunda regla para filosofar —“...debemos asignar tanto como sea posible a los mismos efectos las mismas causas”— que *los movimientos de todos estos cuerpos celestes deben obedecer a la misma causa*. “Existe en consecuencia un poder de gravedad que tiende hacia todos los planetas” y puesto que toda atracción es mutua “todos los planetas gravitan unos hacia otros”. Apoyándose entonces en la tercera regla para filosofar, Newton puede enunciar la proposición VI:

“Que *todos* los cuerpos gravitan hacia *todos* los planetas, y que los pesos de los cuerpos hacia cualquier planeta, a distancias iguales del centro del planeta, son proporcionales a las cantidades de materia que respectivamente contienen”<sup>32</sup>.

y con más generalidad aún, la proposición VII:

“Que el poder de la gravedad pertenece a *todo* cuerpo en proporción a la cantidad de materia que cada uno contiene”<sup>33</sup>.

---

32. *Ibid.*, p. 673. (Los subrayados son nuestros).

33. *Ibid.*, p. 676.

Estas dos proposiciones constituyen el enunciado de la *gravitación universal* formulado no ya como una hipótesis dentro de una teoría matemática sino como una ley que se considera válida para cuerpos reales. Podría decirse que sólo en este punto se ha llegado al enunciado de la gravitación universal como *ley de la naturaleza*.

Considerando esta ley como un hecho establecido Newton procederá a aplicarla al cálculo de otros efectos como son las mareas, los movimientos detallados de la Luna y el movimiento de los cometas. De esta manera se cierra el gran ciclo explicativo consignado en los *Principia*. Haremos en seguida un resumen de los aspectos esenciales de este ciclo.

El eje inicial de la explicación lo constituyen las leyes de Kepler que Newton recibe como síntesis, matemáticamente formuladas, de datos empíricos. Newton emprende la fundamentación de estas leyes con base en los tres axiomas de movimiento. Trabaja situaciones ideales, construidas matemáticamente de tal manera que, por medio de complejizaciones progresivas, puedan acercarse a situaciones reales contempladas en la astronomía. En este proceso de fundamentación matemática Newton encuentra cuáles son las condiciones de validez de las leyes de Kepler y cómo éstas deben ser modificadas cuando las condiciones no se cumplen de manera estricta. En el proceso demostrativo Newton debe admitir —justamente para que se cumplan las leyes de Kepler— fuerzas centrales que afectan al cuerpo en movimiento y varían como el inverso de la distancia al cuadrado. El tercer axioma de movimiento (ley de acción y reacción) conduce a una comprensión de estas fuerzas como acciones que se ejercen recíprocamente entre los diversos cuerpos. De esta manera se llega a la idea de una interacción entre todos los cuerpos. No se ha abandonado sin embargo aún el terreno de la elaboración matemática. La confrontación con el mundo real —entendido como el compendio de los datos astronómicos conocidos e interpretados dentro de los marcos del sistema copernicano— se da en el libro III de los *Principia* titulado *El Sistema del Mundo*. Newton, de manera muy cuidadosa, justifica las generalizaciones que tendrán lugar mediante cuatro “reglas para filosofar” enunciadas al comienzo del libro. Estudiando datos astronómicos para planetas y satélites, observando cómo estos datos se ajustan a previsiones emanadas de las leyes de Kepler y usando los resultados matemáticos

del libro I, Newton concluye que entre el Sol, los planetas y los satélites actúa la misma fuerza de gravitación. Las “reglas para filosofar” le permitirán justificar la extensión al universo de la ley de gravitación.

La *ley de la gravitación universal* constituye el núcleo explicativo de los movimientos astronómicos. Dentro del contexto explicativo de carácter matemático desarrollado en los *Principia* la gravedad puede ser considerada como la causa de esos movimientos. Pero la gravedad, cuya expresión y funcionalidad matemáticas han sido desarrolladas en los *Principia*, requiere a su vez de una explicación. Debe tratarse ahora de una explicación física. Como lo expresa Newton en el Escolio General al final de su gran obra:

“Hasta aquí hemos explicado los fenómenos de los cielos y de nuestro mar por la fuerza gravitatoria, pero no hemos asignado aún causa a esa fuerza. Es seguro que debe proceder de una causa que penetra hasta los centros mismos del Sol y los planetas sin sufrir la más mínima disminución de su fuerza... Pero hasta el presente no he logrado descubrir la causa de esas propiedades de la gravedad a partir de los fenómenos, y no finjo hipótesis. Pues todo lo no deducido a partir de los fenómenos ha de llamarse una hipótesis, y las hipótesis metafísicas o físicas, ya sean de cualidades ocultas o mecánicas, carecen de lugar en la filosofía experimental. En esta filosofía las proposiciones particulares se infieren a partir de los fenómenos, para luego generalizarse mediante inducción”<sup>34</sup>.

### 3.2. EL PROBLEMA DE LAS CAUSAS DE LA GRAVITACIÓN

En los *Principia* y en otros textos escritos después de su publicación, Newton se opuso insistentemente a cualquier interpretación que quisiese hacer de la atracción gravitacional una *propiedad innata, inherente o esencial* a los cuerpos. Interpretaciones de este tipo se veían facilitadas por el contenido

---

34. *Ibid.*, p. 817.

mismo de los *Principia* que llegaba a establecer como fundamento explicativo del movimiento de los cuerpos celestes la ley matemática de la gravitación universal pero nada decía sobre las formas específicas cómo la gravedad ejercía su acción sobre los cuerpos. Estas formas de acción a grandes distancias quedaban sumidas en el misterio y diversos opositores de Newton llegaron incluso a pensar que bajo el disfraz de la gravitación el autor de los *Principia* había reintroducido en la filosofía natural las causas o cualidades ocultas de la física del medioevo<sup>35</sup>. El rechazo de Newton a las interpretaciones esencialistas de la gravedad así como su propio estado de incertidumbre frente a la explicación de la misma se expresan vehementemente en su tercera carta a Richard Bentley escrita en 1693, seis años después de la publicación de los *Principia*:

“Es inconcebible que la materia bruta e inanimada deba sin la mediación de alguna otra cosa que no es material, operar sobre y afectar otra materia sin contacto mutuo como debe ocurrir si la gravitación, en el sentido de Epicuro, es esencial e inherente a ella. Y esta es una de las razones por las cuales deseo que no me adscriba la gravedad innata. Que la gravedad deba ser innata, inherente y esencial a la materia de tal manera que un cuerpo pueda actuar sobre otro a distancia a través del vacío sin la mediación de ninguna otra cosa por medio y a través de la cual su acción y su fuerza puedan transmitirse del uno a otro es para mí un absurdo tan grande que no creo que ningún hombre que posea en asuntos filosóficos una facultad competente de pensamiento pueda jamás caer en él. La gravedad debe ser causada por un agente actuando constantemente según ciertas leyes; pero que este agente

---

35. Roger Cotes en su conocido prefacio a la segunda edición de los *Principia* (1713) alude a este tipo de interpretaciones y responde, de manera por cierto bastante débil, que “la gravedad no puede de ninguna manera ser llamada una causa oculta de los movimientos celestes puesto que resulta claro de los fenómenos que tal poder existe” (Newton, I. *Principia*, University of California Press, 1934, p. xxvii). Al escribir estas líneas probablemente Cotes tiene en mente sobre todo las acusaciones de Leibniz (véase Koyré A. “L’attraction, une qualité occulte?” en *Etudes newtoniennes. Op. cit.*, p. 180).

sea material o inmaterial es algo que deajo a la consideración de mis lectores”<sup>36</sup>.

Así, la capacidad de atracción a distancia entre cuerpos materiales no es una propiedad inherente a la materia misma sino una acción ejercida por algún agente exterior a los cuerpos. Newton reconoce no tener seguridad sobre el carácter de ese agente que podría ser “material o inmaterial”. Newton se esforzó sin embargo persistentemente por encontrar explicaciones de la fuerza en las dos direcciones sugeridas. Revisaremos brevemente algunos de estos intentos contradictorios.

#### a) *Las explicaciones de la gravedad por medio del éter*

Por lo menos desde la publicación de sus primeros trabajos sobre óptica en la Royal Society (-1675) hasta la primera edición de su *Optica* en 1704, Newton acarició la idea de un éter,

---

36. El intercambio epistolar entre Newton y el clérigo Bentley se produce en 1693 a raíz de una serie de conferencias en las cuales Bentley se proponía, entre otras cosas, argumentar sobre la existencia de Dios a partir de las conclusiones de la filosofía natural (Véase “Letters from Newton to Bentley” en *I. Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, Ed. by I. B. Cohen, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1958, pp. 303-307). El texto que hemos citado es uno (de particular vehemencia) entre muchos otros, tanto de Newton como de sus discípulos, que apuntan en la misma dirección. En su correspondencia de 1715-1716 con Leibniz—quien había acusado a Newton de introducir “poderes ocultos” en la física con su idea de gravitación—, Clarke, discípulo de Newton y defensor de sus tesis, expresa el rechazo a la idea de atracción como propiedad inherente a la materia en los siguientes términos: “Que un cuerpo atraiga a otro sin mediación alguna [“intermediate means”] no es en verdad un milagro sino una contradicción. Equivale a suponer que algo actúa donde no está”. Implícitamente Clarke está considerando absurda cualquier forma de acción a distancia, es decir cualquier forma de acción que no se ajuste a los principios de la filosofía mecanicista que sólo admite fuerzas por contacto directo. (Citado por Snow en *Matter an Gravity in Newton's physical philosophy* - Oxford University Press, London, 1926, p. 98). Carlos Solís ha señalado cómo es posible que el rechazo de Newton a la idea de gravedad como cualidad inherente a los cuerpos tenga raíces teológicas. La materia en efecto es pasiva e introducir en ella un principio de actividad entraña el peligro de ateísmo al quedar abierta la posibilidad de que el universo funcione establemente sin la continua intervención de Dios (Véase I. Newton *Optica*, Ediciones Alfabuara, Madrid 1977, nota 21 de Carlos Solís al libro III parte I p. 418).

sustancia sutil y principio explicativo universal, que permitiría dar cuenta de muy diversos fenómenos de tipo óptico, químico, incluso fisiológico, así como la fuerza de gravedad<sup>37</sup>. El tipo de explicación que Newton tenía en mente obedecía seguramente a los cánones de la filosofía atomista y mecanicista de la época. Los efectos debían explicarse por la acción directa a través del contacto con otros cuerpos o sustancias. Sin embargo, debido sobre todo a la vaguedad de los conceptos que se ponen en juego este mecanicismo no logra en la mayoría de los casos, establecer con suficiente claridad el grado de verdad de las diversas explicaciones posibles que pueden ser imaginadas para un mismo fenómeno. Por eso estas formas de explicación carecen de certeza. Esta es la principal razón por la cual Newton, exceptuando alusiones cautelosas o propuestas explícitamente hipotéticas, se abstiene de exponer estas ideas en las obras que dio a la publicidad.

Nos interesa enfatizar los aspectos contradictorios en las explicaciones newtonianas de la gravedad con base en el éter. Nos limitaremos a examinar la hipótesis explicativa, bastante elaborada, que Newton trae con las “cuestiones 21 y 22” de la *Optica*. Newton propone en la cuestión 21 un éter como medio sutil que llena los espacios y penetra también en el interior de los cuerpos celestes. La densidad de este éter debería variar de tal manera que “fuese más raro en el interior del cuerpo solar que en la superficie, más raro en ella que a una centésima de pulgada de su cuerpo, más raro allí que a un cincuentavo de pulgada y más raro allí que en la órbita de Saturno”<sup>38</sup>. Si suponemos, como lo hace Newton en las proposiciones XXI y XXII del libro II de los *Principia*, que las compresiones del

---

37. Las “cuestiones” (Queries) 18, 19 y 20 de la *Optica* están dedicadas a proponer hipótesis explicativas sobre la refracción y difracción de la luz en base al éter (*Optica, op. cit.*, pp. 303-304). Intentos de aplicar el éter a fenómenos químicos se encuentran en una carta de Newton a Boyle en 1679 en la cual incluye también una conjetura sobre la causa de la caída de los cuerpos sobre la Tierra con base en un éter de densidad variable (Véase Snow, *Matter and Gravity in Newton's physical Philosophy, op. cit.*, pp. 143-144). En las cuestiones 23 y 24 de la *Optica* Newton insinúa que la visión, la audición y el movimiento animal podrían tener como causa las vibraciones de éter en los órganos de los sentidos y en los nervios (*Optica, op. cit.*, p. 306-307).

38. Newton I. *Optica, op. cit.*, p. 304.

fluido son proporcionales a la densidad, debido a esta densidad variable del fluido en el cual “flotan” los planetas se ejercerá sobre éstos una fuerza que tenderá a acercarlos al Sol. Esta sería entonces la fuerza centrípeta sobre los planetas, la fuerza de atracción hacia el Sol.

A pesar de que el éter debe ser de todas formas un medio de densidad muy débil pues de lo contrario “frenaría” el movimiento de los planetas, su elasticidad debe ser muy grande —490.000.000.000 veces mayor que la del aire, calcula Newton— para que “los pulsos o vibraciones de este medio que causan los alternantes accesos de fácil transmisión y de fácil reflexión” de la luz puedan ser más rápidos que ésta<sup>39</sup>. Esta enorme elasticidad se conseguirá suponiendo que las partículas de éter —Newton en la “cuestión” 22 se opone a un éter que como el de Descartes sea continuo y “llene completamente el espacio sin dejar ningún poro”— “tratan de apartarse unas de otras” con gran fuerza. De esta manera tendríamos un medio que ofrece muy poca resistencia al movimiento de los cuerpos pero capaz al mismo tiempo de presionar, de ejercer fuerzas sobre los grandes cuerpos al tratar de expandirse.

A pesar de que la hipótesis explicativa está cuidadosamente formulada no logra sin embargo dar cuenta de la rigurosa variación de la fuerza de gravedad como  $1/r^2$  ni de su proporcionalidad a las masas de los cuerpos. La hipótesis contradice además resultados ya establecidos en los *Principia*. Como lo señalábamos más arriba una de las consideraciones más importantes en el proceso que conduce a la idea de la gravitación universal reside en la aplicación de la ley de acción y reacción (tercera ley de movimiento) al movimiento planetario. De esta aplicación se deduce que no sólo el Sol ejerce atracción sobre cada uno de los planetas sino que éstos a su vez atraen al astro con igual fuerza. La hipótesis del éter elimina esta reciprocidad. En efecto la acción del éter sobre el Sol se anula al estar distribuido en capas concéntricas de igual densidad alrededor

---

39. Newton se refiere aquí a una explicación de los procesos de interferencia de la luz en láminas delgadas (anillos de Newton, por ejemplo) según la cual las partículas de luz producen vibraciones en el éter. Estas a su vez causan los accesos de “fácil transmisión” y “fácil reflexión” para las partículas de luz que explican la alternación de franjas luminosas y oscuras característica de la interferencia.

del astro. Sólo queda entonces una fuerza neta hacia el Sol ejercida por el éter sobre los planetas. Para que la ley de acción y reacción se mantenga las fuerzas entre cuerpos deben ejercerse directamente y no a través de presiones transmitidas por un medio gaseoso. Newton, pensamos, no podía dejar de percatarse de esta grave dificultad.

Otra dificultad no menor, que vicia incluso la intención explicativa misma, reside en la fuerza de repulsión entre las partículas de éter que Newton debe introducir para dar cuenta de la gran elasticidad que debe tener ese medio: intentando explicar mecánicamente la misteriosa acción a distancia de la gravedad Newton se ve obligado a introducir una no menos misteriosa fuerza de repulsión entre las partículas del medio que supuestamente debería dar cuenta de la atracción gravitacional.

Tal vez habría que concluir como lo hace Koyré<sup>40</sup> que por lo menos para los físicos del siglo XVIII, sucesores de Newton, los esfuerzos repetidos por encontrar una explicación mecanicista de la gravedad habrían de desembocar en la convicción de que tal explicación era imposible. En adelante la física debería atenerse únicamente a la *ley matemática* de la gravitación universal como principio fundamental de la naturaleza y de

---

40. Koyré A. "Une lettre inédite de Roberto Hooke a Isaac Newton" en *Etudes newtoniennes*, op. cit., p. 293. Koyré dice que Newton al tratar de encontrar una explicación física de la gravedad "descubrió otra cosa, a saber, la imposibilidad de encontrar tal explicación; descubrimiento de una importancia capital (aunque pocas veces reconocido como tal) que, al liberar su espíritu, le permitió transformar la atracción física en fuerza matemática". Como lo sugerimos en el texto creemos que esta explicación de Koyré tiene fuerza para los sucesores de Newton en el siglo XVIII. El pensamiento de Newton no parece seguir las vías que le atribuye Koyré puesto que después de haber propuesto la "fuerza matemática" de la gravitación en los *Principia* siguió durante largo tiempo reflexionando sobre el problema de las "causas físicas". Nos inclinamos más por una explicación como la de I. B. Cohen: el rasgo característico (y revolucionario) del "estilo newtoniano" de hacer ciencia consiste precisamente en la rigurosa separación que establece entre la explicación matemática ("constructo matemático", como lo llama Cohen) y la explicación física. Es incluso esta capacidad para separar los dos aspectos del proceso de investigación lo que le permite a Newton establecer la ley matemática y desarrollar sus propiedades sin saber nada sobre sus causas físicas. (Véase Cohen I. B. "The newtonian revolution in science" en *Contemporary newtonian research*, D. Reidel Publishing Company, 1982, pp. 49-57).

la ciencia. Esta renuncia no equivale tanto al reconocimiento de una limitación en los alcances de la ciencia como a un *cambio radical en la perspectiva de la explicación y de su significado*. En adelante explicar va no será buscar causas mecánicas sino leyes matemáticas universales. Tal vez este sea el aporte fundamental y revolucionario de los *Principia* del cual Newton, prisionero de su tiempo, no podía estar aún plenamente consciente.

Cabría preguntarse por qué el propio Newton no pudo considerar la ley matemática de la gravitación universal como explicación suficiente. Podría pensarse en dos clases de razones que en mayor o menor medida han debido incidir sobre el autor de los *Principia*. En primer lugar cabría mencionar la influencia de la filosofía mecanicista imperante en la época y muy fuerte en Inglaterra debido sobre todo al prestigio y a la pujanza del empirismo. Newton comparte algunas premisas básicas de este mecanicismo como, por ejemplo, la concepción atomista de la materia aunque de hecho en sus obras matemáticas, sin rechazar el mecanicismo, desarrolla vías distintas de explicación. La vigencia misma del mecanicismo hace que Newton se vea sometido, sobre todo después de la publicación de los *Principia*, a la presión de sus críticos que juzgan su obra meritoria en extremo desde el punto de vista matemático pero vacía desde el punto de vista físico precisamente porque no explora las causas mecánicas de las fuerzas matemáticas que propone<sup>41</sup>. En segundo

---

41. Cohen cita en su libro *La Revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas* reseñas de los *Principia* en el *Journal des Savans*. En una de ellas de 1688 se lee:

“La obra del Sr. Newton es una mecánica, la más perfecta que imaginarse pueda... Mas hay que confesar que no se pueden considerar estas demostraciones más que como meramente mecánicas; ciertamente el mismo autor reconoce... que no ha considerado sus Principios en cuanto físico, sino en cuanto simple matemático”.

La reseña concluye irónicamente diciendo: “Para hacer un opus lo más perfecto posible, el Sr. Newton no tiene más que darnos una física tan exacta como su mecánica, cosa que hará cuando ponga movimientos verdaderos en lugar de esos que ha supuesto”. En otra reseña, escrita treinta años más tarde se lee:

“La reputación de esta obra no decae entre los geómetras quienes admiran la fuerza y profundidad del genio del autor, si bien la ponen en entredicho los físicos quienes en su mayor parte no han sabido cómo reconciliarse con una atracción natural que pretende que se da entre

lugar, y posiblemente no como uno de los factores de menor peso, cabría citar razones de tipo religioso<sup>42</sup>. Newton cree en una permanente providencia divina sobre el mundo. Hacer de la gravedad una propiedad inherente a la materia misma y considerar por lo tanto innecesaria cualquier explicación ulterior de aquella, equivale a introducir además de la “vis inertia”, principio pasivo de resistencia al cambio de movimiento equiparable a la masa, un principio activo en la materia. Se correría, así lo piensa Newton, el peligro de caer en el ateísmo al hacer innecesaria la presencia permanente y activa de Dios en el mundo material. El principio activo, la causa de la gravitación, debe ser entonces exterior a la materia misma y puede ser, como lo insinúa Newton con frecuencia, “inmaterial”. Dadas las dificultades con las que tropieza la explicación en base a causas “materiales” y dada la profunda inclinación religiosa de Newton y su voluntad expresa de hacer de la ciencia un instrumento

---

todos los cuerpos” (Véase Cohen, *op. cit.*, pp. 116-119). Vale la pena citar también, la reacción de Huygens “Por lo que atañe a la causa de las mareas que suministra el señor Newton no me siento en absoluto satisfecho, ni por todas las restantes teorías que monta sobre ese principio de Atracción que me parece absurdo... A menudo me he maravillado de que se haya entregado a las molestias de realizar tal número de investigaciones y cálculos difíciles que no tienen más base que ese mismísimo principio” (Cohen, *Ibid.*, p. 100).

42. Carlos Solís, en su edición de la *Optica* en español, ha insistido en la importancia de estas razones religiosas. Ellas constituirían la causa profunda del rechazo newtoniano de la gravedad como propiedad esencial de la materia. Según Solís “la teoría de Newton parte de una ontología dualista, cuyas categorías son las de materia pasiva, caracterizada por la inercia, y la fuerza activa, ajena a ella y dependiente de la voluntad divina, única fuente de actividad. Lo contrario, como pone de manifiesto la cuestión central de la disputa con Leibniz, significaría hacer autosuficiente la naturaleza, eliminando la providencia constante y la necesidad de Dios” (*Optica*, Ediciones Alfaguara, Madrid 1977, p. 419). Esta dualidad la expresa el mismo Newton en la “cuestión 31 de la *Optica*: “*La vis inertiae* es un principio pasivo gracias al cual los cuerpos persisten en su movimiento o reposo, reciben movimientos en proporción a la fuerza que lo imprime y resisten tanto como son resistidos. Con este principio solo, nunca habría movimiento en el mundo. Se requiere otro principio que ponga los cuerpos en movimiento y, una vez en movimiento, otro principio es necesario para conservar el movimiento” (*Optica*, p. 343). La gravedad sería uno de estos principios activos.

para la búsqueda de Dios<sup>43</sup>, no es extraño que haya intentado elaborar también explicaciones de la gravedad según causas “no materiales”. Examinaremos brevemente algunos intentos en este sentido.

b) *Las explicaciones de la gravedad por causas “no materiales”*

En diversos escritos Newton insinúa la posibilidad de atribuirle a la gravitación una causa “no material”. No sólo en el texto de la tercera carta a Richard Bentley citada anteriormente aparece esta insinuación. Significativamente, en el último párrafo de los *Principia*, y después de haber escrito que no había logrado aún descubrir la causa de la gravedad y que prefería no “fingir hipótesis”, Newton insinúa la existencia de un misterioso “espíritu sutilísimo” responsable no sólo de la gravedad sino también de los efectos eléctricos y luminosos y de la transmisión de las sensaciones al cerebro a través de los “filamentos sólidos de los nervios”:

“Podríamos ahora añadir algo sobre cierto espíritu sutilísimo que penetra y yace latente en todos los cuerpos grandes, por cuya fuerza y acción las partículas de los cuerpos se atraen unas a otras cuando se encuentran a escasa distancia y se ligan en caso de estar contiguas...”<sup>44</sup>.

¿Es este “espíritu” el mismo éter que hemos considerado en el aparte anterior? —No es fácil responder con certeza a esta

---

43. Esta voluntad se expresa con claridad en la “cuestión” 28 de la *Optica*: “Sin embargo el objetivo básico de la filosofía natural es argumentar a partir de los fenómenos, sin imaginar hipótesis y deducir las causas a partir de los efectos *hasta alcanzar la primerísima causa que ciertamente no es mecánica*” (*Optica, op. cit.*, p. 319. El subrayado es nuestro). También en el párrafo final de la misma obra (cuestión 31) insiste Newton: “En la medida en que conozcamos *por filosofía natural cuál es la primera causa*, qué poder tiene sobre nosotros y qué beneficios obtenemos de ella, en esa misma medida se nos aparecerá con la ley natural cuál es nuestro deber hacia ella, así como hacia nosotros mismos” (*Ibid.*, p. 350. Los subrayados son nuestros).

44. *Principios...*, Escolio General, *op. cit.*, p. 817.

pregunta. Muchas de las funciones explicativas de ese “espíritu” y del éter son las mismas y podría tal vez establecerse un tránsito continuo entre las dos nociones. La diferencia entre ellas podría radicar en el carácter material que, por lo menos en la versión que hemos examinado, posee el éter y el carácter seguramente inmaterial de esos “espíritus”. Los escritos de Newton no nos ofrecen sino insinuaciones vagas con respecto a estas entidades. Sin embargo podría conjeturarse que Newton efectivamente albergó con fuerza en algún momento (probablemente después de la composición de los *Principia* y a raíz de las dificultades que presentaba la explicación en base al éter) la idea de una explicación metafísica de la gravitación. Esta conjetura puede apoyarse en un examen de las influencias que sobre Newton ejercieron autores como Henry More y en las declaraciones mucho más explícitas al respecto —aunque también menos matizadas que las del propio Newton— de algunos de sus discípulos como Bentley y Clarke.

Como se sabe, Henry More ejerció una poderosa influencia sobre Newton. Un concepto como el de espacio absoluto, fundamental según el mismo autor de los *Principia* para la formulación de las leyes de movimiento, fue elaborado siguiendo de cerca las concepciones que Henry More tenía al respecto, acogiendo incluso muchas de las connotaciones metafísicas y teológicas que el concepto abrigaba para este pensador platónico de Cambridge. La noción de espíritu desempeña en la filosofía de More una función importante sobre todo en la explicación de efectos que, como la gravedad o el magnetismo, no admiten una fácil comprensión en términos mecánicos. El “*espíritu*” entidad que se diferencia claramente de los “*cuerpos*” y se define incluso por oposición a ellos, posee según More las propiedades de “Auto-movimiento, Auto-contracción y Dilatación e Invisibilidad”. Tiene además el poder de “Penetrar, Mover y Alterar la materia”<sup>45</sup>. La sustancia en general puede subdividirse en cuerpo y espíritu. Mientras que el cuerpo es “impenetrable y separable” el espíritu es sustancia “penetrable e inseparable”<sup>46</sup>. Valga la pena anotar que nociones como ésta, que resultan hoy en día inaceptables, constituían un re-

---

45. More, Henry “An antidote against atheism”, citado por Koyré A. *Del mundo cerrado al universo infinito*, Siglo XXI, 1979, p. 124.

46. *Ibid.*, pp. 125-126.

curso explicativo frecuente en hombres de ciencia importantes del siglo XVII como Gilbert o Harvey. Como dice Koyré, para estos hombres “tales entidades estaban ampliamente representadas en su vida diaria, así como en su experiencia científica”<sup>47</sup>. Piénsese por ejemplo en entes *reales* como la luz o el magnetismo que eran sin embargo para el hombre del siglo XVII en general inmateriales e incorpóreos.

Para More la gravedad en la superficie de la Tierra no es una propiedad esencial de los cuerpos ni tampoco una tendencia natural aunque inexplicable de éstos a caer. La gravedad no puede explicarse por medio de fuerzas mecánicas; resulta incluso “enormemente contraria a las leyes de la mecánica”<sup>48</sup>. Sin la intervención de un principio *no mecánico* no sólo el efecto de la gravedad sería imposible sino que la materia del Universo se separaría y se dispersaría. Incluso la misma elaborada organización de la materia en el universo sólo puede ser efecto de un ente no material, de un “Espíritu de la Naturaleza” que actúa a su vez como un instrumento de la voluntad divina.

Es probable que Newton haya abrigado explicaciones de la gravitación afines a ésta que nos presenta More aunque es difícil conjeturar con qué grado de convencimiento. Es bien posible, como lo ha señalado Snow, que siendo el espacio en ambos pensadores un punto de contacto entre cuerpos materiales y fuerzas espirituales<sup>49</sup>, Newton haya pensado en una acción de Dios a través del espacio como última explicación de la fuerza gravitatoria.

La posibilidad por parte de Newton de explicaciones como las que hemos esbozado se refuerza si tomamos en cuenta declaraciones mucho más directas de dos pensadores, Richard Bentley y Samuel Clarke, que podrían en muchos aspectos considerarse sus seguidores y discípulos. Richard Bentley afirma en forma clara que “la gravitación universal, algo ciertamente existente en la naturaleza, está por encima de todo mecanismo y causa material y procede de un principio más alto, una energía o impresión divinas, aunque su rutina pueda

---

47. *Ibid.*, p. 127.

48. *Ibid.*, p. 129 (“An antidote against atheism”).

49. Ver Snow, *Matter and gravity... op. cit.*, pp. 203-204. Recuérdese que para Newton el espacio es algo así como el “sensorio de Dios” (*Optica, op. cit.*, p. 348).

ser descrita en términos mecánicos”<sup>50</sup>. Por su parte Samuel Clarke rechaza incluso cualquier explicación de la gravedad en base a la acción de un éter: “La gravedad o el peso de los cuerpos no es ningún efecto accidental del movimiento ni de ninguna materia muy sutil sino una ley original y general de la materia impresa en ella perpetuamente por algún poder eficiente que penetre su sustancia sólida... No se debería por lo tanto indagar en mayor medida cómo los cuerpos gravitan que cómo comenzaron por primera vez a ser movidos”<sup>51</sup>.

Como también lo ha señalado acertadamente Snow, estos pensadores fueron de todas formas más lejos que Newton, enfatizando y tal vez esquematizando tan sólo una faceta de su pensamiento que es desde luego mucho más complejo. Newton diferencia diversos niveles de tratamiento y de explicación de los fenómenos. En el caso de la gravitación separa el tratamiento puramente matemático de la confrontación con los datos de experiencia y estos dos aspectos, a su vez, de la búsqueda de causas materiales y no materiales para la gravedad. Newton dedica profunda atención a *cada una* de estas partes evitando sobrevalorar arbitrariamente algunas de ellas. Tal vez por eso cuando aborda el problema de las causas de la gravitación su pensamiento se torna ambiguo, oscilando, a medida que sopesa las contradicciones de las “causas” con las formulaciones matemáticas, entre el éter, los “espíritus sutilísimos” y Dios.

Vale la pena anotar cómo la esquematización de Clarke es desde ya un indicio de lo que será la actitud de los físicos del siglo XVIII. Afirmando tajantemente que la causa de la gravitación reside en Dios, Clarke nos invita a dejar de lado de una vez por todas aquello que para Newton significó una permanente fuente de reflexión y de duda: el problema de la naturaleza física de la gravitación. De manera algo similar los sucesores de Newton delimitarán el campo de indagación de la física dejando por fuera deliberadamente ese insoluble problema de las “causas”. La gravitación será aceptada como cuestión de hecho, reconociendo al mismo tiempo que la pregunta por sus causas no puede ser respondida por la ciencia, por lo menos en

---

50. Citado por Snow en *Matter and gravity... op. cit.*, p. 190.

51. Citado por Snow, *Ibid.*, p. 191.

su estado actual de desarrollo. Para la física de los siglos XVIII y XIX esa ya no será una pregunta legítima<sup>52</sup>.

### 3.3. LEY MATEMÁTICA Y REALIDAD

Newton en los *Principia* ha logrado establecer una ley matemática, la ley de la gravitación universal, que permite comprender todos los fenómenos de movimiento de los cuerpos celestes desde una perspectiva unificadora. Es cierto que en otros “sistemas del mundo” como fueron por ejemplo los de Ptolomeo o Copérnico también se pretendía alcanzar una comprensión unificada del cosmos. Pero la unidad en esos casos provenía sobre todo de la *configuración* —cosmos finito y esférico, órbitas circulares alrededor del centro, movimientos uniformes en deferentes y epiciclos...—. En el mundo newtoniano en cambio la configuración es accidental —Newton hará depender las velocidades, tamaños de las órbitas y sentido de movimiento de los planetas directamente de la mano de Dios—<sup>53</sup> mientras que la unidad, de carácter más abstracto, reside en la ley<sup>54</sup>. La ley matemática como razón profunda del comportamiento de la naturaleza emerge con fuerza, probablemente por

---

52. Esta es esencialmente la posición de Maupertuis cuando dice: “la atracción no es más, por así decirlo, que una cuestión de hecho; es el sistema del universo donde hay que ir a buscar si éste es un principio que efectivamente se da en la naturaleza, hasta qué punto es necesario para explicar los fenómenos o en fin, si se ha introducido inútilmente para explicar hechos que se explican bien sin él”. (Citado por Koyré en *Etudes newtoniennes*. *Op. cit.*, p. 202). De manera similar escribe Euler en 1760: “Su afortunada explicación [por parte de la gravitación universal] de la mayor parte de los fenómenos de la naturaleza prueba suficientemente que esta suposición está muy sólidamente fundada, de modo que puede considerarse como un hecho constatado que todos los cuerpos se atraen mutuamente unos a otros. Se trata ahora de profundizar en el verdadero origen de esas fuerzas atractivas, lo que corresponde más bien a la metafísica que a las matemáticas” (Euler, Leonhard, *Reflexiones sobre el espacio, la fuerza y la materia*. Alianza Editorial. Madrid, 1985, p. 101).

53. Véanse, por ejemplo, las cartas 1 y 2 de Newton a Bentley escritas en diciembre de 1692 y enero de 1693 respectivamente, (*Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*”, ed. Cohen, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1985, pp. 280-299).

54. En parte, esto mismo es lo que quiere decir Koyré cuando afirma que con el trabajo de Newton se destruye definitivamente la idea de *cosmos*, basada

primera vez en la historia del pensamiento, con la obra de Newton. Por esta razón resulta importante indagar cuál es el valor que el propio Newton le atribuye a la ley: ¿Es para Newton la ley una expresión rigurosa y exacta de la necesidad natural? o por el contrario, ¿representa tan sólo una aproximación, siempre perfectible, al comportamiento *observable* de la naturaleza? Es claro que estas preguntas inquieren al mismo tiempo por el valor de verdad de la ciencia y por el carácter de esa verdad.

En el caso de un pensador como Galileo —y seguramente con mayor razón incluso en el caso de Kepler— podría decirse con bastante certeza que las leyes de la ciencia captan, según ese autor, con exactitud la razón matemática inherente al mundo. Por lo demás como decía Galileo, la razón humana comprende, a través de desarrollos deductivos, esas verdades matemáticas con tanta perfección como lo hace Dios mismo de una manera inmediata. Probablemente la respuesta a las preguntas formuladas tampoco sería difícil en el caso del empirismo científico. Ya hemos tenido oportunidad de señalar en el capítulo II el escepticismo con respecto a los alcances del conocimiento que profesaban muchos de los hombres de ciencia que se orientaban según los criterios de esta corriente. Para estos pensadores la ciencia más que verdadera debía ser ante todo útil.

El pensamiento de Newton al respecto es mucho más complejo. Podrían encontrarse textos suyos que permitirían apoyar posiciones diferentes, incluso contradictorias, con respecto a la ciencia y no resulta por lo tanto extraño encontrar entre los estudiosos de su obra muy diversas interpretaciones<sup>55</sup>. Algunas de ellas probablemente toman más en cuenta lo que la obra del

---

en un orden de los lugares, y se pasa del mundo cerrado del Medioevo y del Renacimiento a un *universo* infinito.

(Koyré, A. "Sens et portée de la synthèse newtonienne" en *Etudes newtoniennes*. *Op. cit.*, pp. 25-49).

55. Citemos sólo a título de ejemplo dos interpretaciones diametralmente opuestas sobre el significado que la ciencia tenía para Newton. Ralph M. Blake escribe: "(Newton) se ha emancipado completamente de la noción corriente de que nuestra comprensión de la naturaleza pueda alguna vez llegar a tomar cuerpo en una ciencia absoluta, cierta y definitiva". Más adelante agrega que Newton ha abandonado francamente la posibilidad para la ciencia natural de "cualquier certidumbre y finalidad absolutas" (Blake, Ralph M. "Sir Isaac

pensador inglés significó para el siglo XVIII que lo que ella representaba para el propio Newton.

Avanzaremos algunas reflexiones alrededor de las preguntas planteadas partiendo de un hecho comúnmente aceptado por los estudiosos de la obra del pensador que nos ocupa: su profunda religiosidad y el interés, de allí derivado, por el estudio a fondo de determinados problemas teológicos<sup>56</sup>. Nos interesará explorar la forma cómo algunas de las ideas religiosas de Newton han podido incidir en su filosofía natural.

Un aspecto central en esta incidencia reside en la relación existente entre Dios y el mundo. El Dios de Newton no es, como el de Leibniz o Descartes, el creador de un mundo armónico susceptible de mantener su curso indefinidamente,

---

Newton's Theory of scientific Method", *The philosophical Review*, Vol. 42 No. 5 (sept. 1933) p. 453.

En cambio Zev Bechler, quien sostiene que la "metafísica es el punto de partida y el objetivo final de la física de Newton", escribe: "Mientras que el punto inicial es lo fenoménico y lo experimental, y por lo tanto lo relativo y lo procedimental, *el fin último de la ciencia newtoniana es lo transfenomenal, la base absoluta de la realidad física, en una palabra lo metafísico*" (Zev Bechler "Introduction: Some Issues of Newtonian Historiography" en *Contemporary Newtonian Research*, D. Reidel Publishing Company, 1982, p. 13).

56. Descontando lecturas asistemáticas sobre temas religiosos en su juventud, el estudio a fondo de obras teológicas por parte de Newton data de los años 70 y al parecer se prolonga ininterrumpidamente durante cerca de quince años, hasta 1685, cuando de lleno se concentra en la elaboración de los *Principia*. Según lo revelan los voluminosos manuscritos teológicos que dejó, Newton abordó el estudio de ciertos temas —por ejemplo las profecías— con una extraordinaria voluntad de sistematicidad y de rigor, característica por lo demás de casi todas las tareas que emprendió. Su concepción teológica era herética e influida por el *arrianismo*, corriente que consideraba falsa la divinización de Jesucristo y hacía de él tan sólo un profeta más. Newton consideraba el catolicismo romano como el "gran apóstata" y en esto se identificaba con las numerosas sectas puritanas de la Inglaterra de su tiempo. (Véase, Westfall, Richard S. "Newton's Theological Manuscripts" en *Contemporary Newtonian Research*. De Reidel Publishing Company, 1982, pp. 129-141). La última frase de la *Optica* contiene una velada alusión a la corrupción de la fe a través del culto a los santos ("héroes muertos") y de la adoración de la trinidad: "No cabe duda de que, si el culto a falsos dioses no hubiese cegado a los paganos, su filosofía moral habría ido más lejos de las cuatro llamadas virtudes cardinales y en lugar de enseñar la transmigración de las almas y adorar al Sol, la Luna y los héroes muertos, nos habrían enseñado el culto al verdadero Autor y Benefactor, del mismo modo que lo hicieron sus antecesores bajo el gobierno de Noé y sus hijos, antes de que se corrompiesen" (*Optica, op. cit.*, p. 350).

governado por las propias leyes que desde la creación le habrían sido impuestas. Al eliminar de hecho la necesidad de una presencia permanente y vigilante de Dios en el mundo esta concepción corre el riesgo, a los ojos de Newton, de desembocar en el ateísmo. Dios no solamente crea el universo armónico que descubre la ciencia sino que ejerce sobre él una providencia constante. De esta providencia dependen los principios activos —responsables de la atracción entre los cuerpos y en general de los cambios que sufre la materia, de por sí pasiva— y la reposición del movimiento que se va perdiendo gradualmente en los procesos naturales<sup>57</sup>. Sin la providencia divina la materia perdería su capacidad de interactuar y además sus movimientos se agotarían irremediabilmente.

Esta concepción ayuda a comprender por qué para Newton las leyes de la naturaleza —y en particular la ley de la gravitación, expresión matemática de un principio dinámico que rige la interacción entre los cuerpos— no pueden agotar la explicación de los fenómenos<sup>58</sup>. Puesto que la impronta de Dios sobre

---

57. En la cuestión 31 de la *Optica* se explican tanto ese carácter pasivo de la materia como la pérdida gradual de movimiento en los siguientes términos: “La *Vis Inertiae* es un principio pasivo gracias al cual los cuerpos persisten en su movimiento o reposo, reciben movimiento en proporción a la fuerza que lo imprime, y resisten tanto como son resistidos. *Con este principio solo, nunca habría movimiento en el mundo*. Se requiere otro principio que ponga los cuerpos en movimiento y, una vez en movimiento, *otro principio es necesario para conservar el movimiento*. En efecto, de las diversas maneras de componerse los movimientos se desprende con toda certeza que no hay siempre la misma cantidad de movimiento en el mundo”. Las fuerzas de fricción hacen que el movimiento se pierda paulatinamente. “Así pues, continúa Newton..., se presenta la necesidad de conservarlo [el movimiento] y reclutarlo mediante *principios activos como la causa de la gravedad...* De no ser por estos principios, los cuerpos de la Tierra, de los planetas, de los cometas, del sol y de todas las cosas que en ellos se encuentran se enfriarían y congelarían, tornándose masas inactivas” *Optica, op. cit.*, pp. 343-345).

58. Es interesante contrastar esta idea de Newton según la cual las leyes matemáticas de la naturaleza no bastan para dar cuenta de la armonía del mundo, haciéndose para ello necesaria la intervención constante de Dios, con la concepción de Kant sobre el universo tal como se encuentra desarrollada en una de sus obras tempranas, la “*Historia Natural y Teoría General del Cielo*” (1755). En esta obra, que de manera explícita se fundamenta en la “doctrina newtoniana” y considera en particular la gravitación universal “para siempre, por fuera de toda duda”, Kant critica las teorías sobre el origen del mundo de los atomistas griegos porque llevan la incongruencia al extremo de atribuir el

el mundo no puede reducirse —aparte de la creación— al establecimiento de las leyes que rigen sus cambios, se hace necesario buscar más allá de la ley lo que tal vez es esencial: las formas mediante las cuales se ejerce la constante providencia divina. En el caso de la gravitación la ley no sería sino la expresión matemática de la regularidad que preside una determinada acción externa de Dios sobre la materia. Buscar las formas más específicas de esa acción equivale a buscar las causas físicas o metafísicas de la atracción.

La finalidad más alta de la ciencia reside para Newton en el mejor conocimiento del creador que a través de ella puede lograrse. Así lo expresa en un conocido texto de la *Optica* en el cual además rechaza de nuevo la explicación de los fenómenos mediante hipótesis mecánicas:

“[filósofos de Grecia y Fenicia atribuyeron] tácitamente la gravedad a una causa distinta de la materia densa. Filósofos posteriores borraron de la filosofía natural la consideración de tal causa, imaginando hipótesis para explicar mecánicamente todas las cosas y relegando a la metafísica todas las demás causas. Sin embargo el objetivo básico de la filosofía natural es argumentar a partir de los fenómenos, sin imaginar hipótesis, y deducir las causas a partir de los efectos *hasta alcanzar la primerísima*

---

origen del mundo y de los seres materiales al encuentro casual de los átomos y acababan así “deduciendo la razón efectivamente de la irracionalidad”. “En mi doctrina en cambio, dice Kant, encuentro la materia atada a ciertas leyes necesarias”. Por efecto de estas leyes la materia, abandonada a sí misma, evolucionará de su estado inicial de “disolución y dispersión” hasta “un todo hermoso y ordenado”. “La materia que es la sustancia de todas las cosas, continúa Kant, se halla ligada a ciertas leyes y abandonada libremente a ellas tendrá que producir necesariamente hermosas combinaciones. No tiene libertad de desviarse de ese plan de perfección. Encontrándose pues sometida a una intención suprema y sabia, necesariamente tendrá que haber sido colocada en tales condiciones armoniosas por medio de una causa primordial que la determina, y existe un Dios porque hasta en el caos la naturaleza no puede proceder de otra forma que regular y ordenadamente”. De esta forma según Kant, la ley natural, expresión de la razón divina, contiene en ella misma una finalidad y un designio de orden y armonía.

(Véase, Kant I. *Historia Natural y Teoría General del Cielo*, Lautaro, Buenos Aires, 1946, pp. 29-39).

*causa que ciertamente no es mecánica.* Y no sólo para desvelar el mecanismo del mundo, sino fundamentalmente para resolver estas cuestiones y otras similares: ¿Qué hay en los lugares vacíos de materia y cómo es que el Sol y los planetas gravitan unos hacia otros sin que haya entre ellos materia densa?...”<sup>59</sup>.

En el último párrafo de la *Optica* Newton vuelve sobre este tema de la finalidad última de la ciencia pero interesándose ahora por las consecuencias de orden moral que pueden derivarse del estudio de la naturaleza:

“No sólo la filosofía natural se perfeccionará en todas sus partes siguiendo este método [el método de análisis y composición] sino que también la filosofía moral ensanchará sus fronteras. En la medida en que conozcamos por filosofía natural cuál es la primera causa, qué poder tiene sobre nosotros y qué beneficios obtenemos de ella, en la misma medida se nos aparecerá con la luz natural cuál es nuestro deber hacia ella, así como hacia nosotros mismos”<sup>60</sup>.

La estrecha relación entre filosofía natural y metafísica es retomada por Clarke, defensor de las posiciones de Newton, en su conocida polémica con Leibniz. En varios apartes de su segunda respuesta a Leibniz se empeña en debilitar las fronteras entre la filosofía natural y la metafísica. Oponiéndose a las posiciones materialistas que suponen que la constitución del mundo es el resultado de meros principios mecánicos aplicados a la materia y al movimiento, Clarke señala cómo, por el contrario, los principios matemáticos de la filosofía natural *muestran* que esa constitución no pudo surgir sino de una “causa inteligente y libre”. Si “consecuencias metafísicas” se siguen demostrativamente de principios, concluye Clarke, bien

---

59. Véase la Cuestión 28 de la *Optica*, *op. cit.*, p. 319. Nótese que, tal como Newton formula este texto, la finalidad principal de la ciencia no es la determinación de las leyes que rigen los fenómenos sino *el ascenso en el orden de las causas hasta la primera de ellas*.

60. *Ibid.*, Cuestión 31, p. 350.

podrían estos últimos ser llamados también “principios metafísicos”<sup>61</sup>. Así, la ciencia tiene como su finalidad más elevada la búsqueda de los fundamentos metafísicos de la realidad y en esa misma medida debe *tender* a la verdad absoluta. Es bien probable que la ley matemática de la gravitación haya sido para Newton una de esas verdades absolutas y que haya creído vislumbrar la “causa primera”, acercarse a ella, apoyándose en esa ley universal<sup>62</sup>.

Pero la ciencia sólo puede alcanzar esos elevados fines por medio de un trabajo paciente con lo particular, con lo fenoménico; con lo experimental. Este trabajo, que en razón de la variedad aparentemente asistemática de la experiencia es incierto, requiere de una orientación. Los problemas de método, que aspiran a definir criterios que guíen la labor cotidiana del hombre de ciencia en su búsqueda de lo universal, cobran entonces un sentido. Las orientaciones metodológicas aspiran, en efecto, a reducir la incertidumbre inherente a la búsqueda de la verdad en la ciencia. Por otra parte, aunque en sus etapas más avanzadas, aquellas en las cuales logra un alto grado de sistematicidad y generalidad, la ciencia puede acercarse a la verdad absoluta, el éxito de esta empresa no está, para Newton, garantizado de antemano. Como lo señala en su tercera carta a Richard Bentley, ninguna seguridad existe de que los procesos de la mente humana sean congruentes con la realidad de la naturaleza: “Aquellas cosas que los hombres entienden por medio de frases impropias y contradictorias pueden algunas veces ser reales en la Naturaleza sin contradicción alguna”<sup>63</sup>. La naturaleza puede no ser, en otras palabras, totalmente

---

61. Alexander M. G. *The Leibniz - Clarke correspondance*, Manchester University Press, Manchester 1956 “Dr. Clarke’s second reply” (enero, 1716) pp. 20-24. Hacia el final de esta segunda respuesta Clarke vuelve sobre el mismo tema alegando que “lo natural y lo sobrenatural no son en nada diferentes con respecto a Dios; son tan sólo distinciones en nuestra concepción de las cosas”.

62. Podría también claro está razonarse en sentido contrario y pensar que ese anhelo profundo por alcanzar lo metafísico fue precisamente un poderoso acicate en el extraordinario esfuerzo de Newton por darle a la ley de la gravitación ese carácter de universalidad más allá de toda evidencia perceptual.

63. Véase tercera carta a Bentley (feb. 25, 1693) en “Letters from Newton to Bentley” en “*Isaac Newton’s Papers and Letters on Natural Philosophy*”, *op. cit.*, p. 304.

transparente a la razón humana. Aflora aquí, como en muchos otros textos, un rasgo característico del pensamiento newtoniano: un escepticismo mitigado pero constante sobre las posibilidades mismas de la razón humana y de la ciencia, alejado del optimismo a veces ingenuo de Bentley y de algunos de los pensadores de la ilustración durante el siglo XVIII. Newton siempre guardará reservas incluso con respecto a sus obras más acabadas.

El anhelo de certeza pero al mismo tiempo la conciencia de la incertidumbre que en mayor o menor grado siempre acompaña el trabajo de la filosofía natural motivan en buena medida las numerosas alusiones de Newton a los problemas del método y su frecuente defensa del método de análisis y composición. Citaremos en extenso la importante formulación que de este método trae Newton en la cuestión 31 de la *Optica*. El enunciado, como podrá verse, es similar al de la *regla IV para filosofar* pero mucho más detallado que este último.

“Como en las matemáticas, en la filosofía natural la investigación de las cosas difíciles por el método de análisis ha de preceder siempre al método de composición. Este análisis consiste en realizar experimentos y observaciones, en sacar de ellas conclusiones generales por inducción y en no admitir otras objeciones en contra de esas conclusiones que aquellas salidas de los experimentos u otras verdades ciertas, pues las hipótesis no han de ser tenidas en cuenta en la filosofía experimental. Y, aunque los argumentos a partir de observaciones y experimentos por inducción no constituyan una demostración de las conclusiones generales, con todo, es el mejor método de argumentar que admite la naturaleza de las cosas y ha de considerarse tanto más fuerte cuanto más general sea la inducción. Si de los fenómenos no surge ninguna excepción, las conclusiones pueden proclamarse en general. Pero, si algún tiempo después surgiese alguna excepción de los experimentos, habrán de comenzar a proclamarse con las excepciones pertinentes. Con este método de análisis podemos pasar... de los efectos a las causas y de estas causas particulares a las más generales. Este es el método de análisis. El de síntesis, por su parte, consiste en suponer las causas descubiertas y establecidas como prin-

cipios y en explicar con ellos los fenómenos, procediendo a partir de ellas y demostrando las explicaciones”<sup>64</sup>.

Conviene nuevamente subrayar, a propósito de este enunciado, la aguda conciencia del carácter provisional que para Newton tienen muchos de los resultados de la labor científica. Los argumentos que se ponen en juego al establecer principios generales de la ciencia por inducción no constituyen una *demonstración* de los mismos. Ese es sin embargo, nos dice Newton, “el mejor modo de argumentar que admite la naturaleza de las cosas”.

En general las verdades resultantes del trabajo de las ciencias son por lo tanto perfectibles o modificables. Sólo cuando esas verdades se enmarcan de manera rigurosa dentro de un sistema y alcanzan, como en el caso de la gravitación, un grado suficiente de generalidad y de poder explicativo que permita hacer de ellas principios o leyes universales, se acerca la ciencia a su finalidad más alta, a la verdad absoluta y al trasfondo metafísico de la realidad. Pero incluso en esos casos la mente sutil de Newton guardará reservas y, como lo hemos visto, volverá problemáticos aquellos principios que sus sucesores, los físicos del siglo XVII aceptarán como verdades por encima de cualquier duda.

---

64. *Optica, op. cit.*, p. 349.

Segunda Parte  
NEWTON Y EL EMPIRISMO  
FILOSOFICO.  
DIVERGENCIAS Y PUNTOS  
DE CONTACTO EN LA CONCEPCION  
DEL CONOCIMIENTO  
DE LA NATURALEZA



## Capítulo I

### EL CONOCIMIENTO DE LA NATURALEZA EN EL ENSAYO SOBRE EL ENTENDIMIENTO HUMANO

#### 1.1. DE LO PARTICULAR A LO UNIVERSAL

En última instancia todo conocimiento encuentra su génesis y su fundamento en lo particular. Este enunciado podría tomarse como uno de los presupuestos básicos de la filosofía empirista. Lo es ciertamente de la filosofía del conocimiento que John Locke propone en su *Ensayo sobre el entendimiento humano*. Según el pensador inglés la mente humana es originalmente una *tabula rasa*, un “receptáculo” vacío carente de toda “noción innata”, que tan sólo a través de la experiencia comienza a adquirir sus contenidos particulares: las “ideas simples”. Estas se imponen —sin que el pensamiento o la voluntad puedan interferir en ese proceso (II, I, 25)—\* ya sea a través de la “sensación” o de la “reflexión”<sup>1</sup>. La primera es la percepción de los objetos externos; la segunda la “percepción de las opera-

---

\* Los paréntesis designan las referencias a los libros, capítulos y numerales del *Ensayo*. Así en (II, I, 25), II significa libro segundo, I capítulo primero y 25 numeral veinticinco. Todas las citas del *Ensayo* son de la edición de Editora Nacional, Madrid 1980.

1. Con respecto a la pasividad de la mente en la recepción de las ideas simples, Locke dice lo siguiente: “Que la mente es puramente pasiva respecto a sus ideas simples, y que las recibe todas de la existencia de las operaciones de las cosas, según que la sensación o la reflexión se las ofrece, sin que *seá capaz de formar ella misma ni una sola idea* es algo que nos muestra la experiencia” (II, XXIII, 2).

ciones internas de nuestra propia mente cuando está ocupada en las ideas que tiene" (II, I, 4). A través de este último "sentido interno" (II, I, 4) la mente llega a adquirir ideas tales como percepción, pensamiento, creencia, duda, deseo, conocimiento, que hacen referencia a su propia experiencia interior y que no podrían provenir en ningún caso de la sensación. Estas ideas de la reflexión que acabamos de enumerar son evidentemente ideas abstractas y generales. A ellas sólo se llega a través de un proceso que parte *necesariamente* de la percepción particular que la mente tiene de *una* de sus operaciones. Las "ideas simples" —y es importante aquí diferenciar nítidamente la "idea" de la palabra que la designa la cual lleva ya implícita todo un proceso de abstracción y generalización— son pues las impresiones particulares, los primeros contenidos que recibe la mente de manera pasiva y sobre los cuales podrán comenzar a operar sus diversas facultades. Estas le permiten al intelecto "repetir" y "ensamblar" las ideas simples en una variedad casi infinita formando "a su gusto" "ideas complejas" (II, II, 2). Todo el universo de los contenidos mentales se genera combinando las ideas simples de la misma manera que la variedad del mundo natural puede pensarse como constituida a partir de corpúsculos indivisibles. Las "ideas complejas" resultan como producto de la voluntad, del capricho o de la fantasía del intelecto<sup>2</sup>. Este último, por el contrario, no puede inventar, alterar o destruir (II, I, 25) una sola "idea simple". Estas ideas simples se cargan por lo tanto de un contenido de *objetividad* y de *realidad* del cual carecen en general las ideas complejas<sup>3</sup>. Las

---

2. Véase, por ejemplo, el siguiente texto en el cual se marca el contraste entre ideas simples y complejas: "aunque la mente sea totalmente pasiva en lo que a sus ideas simples se refiere, creo que podemos afirmar, sin embargo, que no ocurre lo mismo en sus ideas complejas. Pues al ser éstas combinaciones de ideas simples reunidas y unidas en un nombre general, *parece resultar evidente que la mente humana goza de alguna suerte de libertad para formar esas ideas complejas*" (II, XXX, 3).

3. Locke reconoce sin embargo que las ideas de la sensación pueden ser cambiadas de una manera inconsciente por ideas de juicios. Estas modificaciones son un efecto del hábito. Locke pone el ejemplo de un globo colocado frente a los ojos. Aunque *la idea impresa en la mente* al contemplar el globo es la de un círculo plano con diversas sombras y matices, el juicio a causa de la costumbre reiterada de los efectos de sombras y luces que producen los objetos esféricos "cambia de manera inmediata las apariencias en sus causas" de tal manera que

ideas simples se constituyen a la vez en el elemento primario —el alfabeto, si se quiere— y en la base objetiva firme del conocimiento. Esto no implica sin embargo que las ideas simples sean un reflejo fiel, una “imagen” o “representación” (II, XXX, 2) de la realidad externa. Sin poner en duda —ni siquiera a título de hipótesis— la existencia de una realidad exterior al hombre, Locke diferencia nítidamente esa realidad exterior del pensamiento como órdenes cualitativamente distintos de lo existente. El pensamiento no guarda homogeneidad alguna con lo real externo, pero las ideas simples sí pueden ser el efecto de “las potencias de las cosas externas” (II, XXX, 2), potencias que habrían sido “ordenadas por nuestro Creador” para producir esas sensaciones. De esta manera las ideas simples serían los signos constantes, las “señas” estables de elementos de la realidad exterior. De ahí también, y no sólo de la impresión involuntaria que producen en la mente, proviene ese carácter de objetividad y de realidad que Locke le atribuye a las ideas simples<sup>4</sup>. Podría decirse que la mente es como un “espejo” en el cual de alguna manera se refleja una realidad exterior. Pero evidentemente carecería de sentido pensar que las imágenes constituyen copias fieles de esa realidad.

Estos primeros elementos básicos que acabamos de exponer ponen de presente un rasgo característico del empirismo inglés desde sus inicios con Francis Bacon: la concepción del entendimiento humano como una facultad esencialmente finita, que se ve limitada a trabajar con contenidos que se le imponen “desde afuera”. El entendimiento ordena, organiza lo dado pero, en el fondo, no crea nada nuevo. Por eso mismo, como lo veíamos en un capítulo anterior, según Francis Bacon

---

lo que en realidad es una variación en las sombras o en el color lo hace pasar por un cambio de forma y “se forja la percepción de una forma convexa” (II, IX, 8). Esta clase de cambios no constituyen sin embargo una distorsión producida por el juicio sino más bien una integración de varias ideas (los matices en el color, las sombras, la forma...) en una sola (la forma esférica) que la mente, por la fuerza del hábito realiza de manera casi inmediata.

4. Véase (II, XXX, 2): “Y así, ocurre que nuestras ideas simples son reales y verdaderas, desde el momento en que responden y se adecúan a esas potencias de las cosas que las producen en nuestras mentes, que es todo lo que se requiere para hacerlas reales, y no ficciones a nuestro gusto. Pues en las ideas simples... la mente se encuentra totalmente limitada a las operaciones de las cosas sobre ella...”

la labor de la ciencia no exige capacidades especiales del intelecto sino simplemente un método.

Ahora bien, según Locke, la mente posee diversas facultades que le permiten operar sobre los contenidos primarios. Cierta tipo de operaciones posibilita la formación de ideas complejas a partir de ideas simples. Es así como la mente puede, por ejemplo, componer una idea compleja por repetición de una misma idea simple (“modos simples” (II, XIII, 1)). De esta manera se forman, según Locke, las ideas de los números a partir de la idea simple de unidad (II, XVI) y la idea de espacio inconmesurable a partir de la idea simple de distancia (II, XII, 1-4). Puede también la mente componer ideas simples de distintas clases para formar una sola idea compleja (“modo mixto” (II, XII, 5), (II, XXII)). Puede “llevar cualquier idea más allá de sí misma” para compararla con otra y obtener así otras “ideas de relación” (II, XXV). Puede en fin formar las ideas complejas de sustancias particulares a partir de ideas simples que siempre se perciben ocurriendo juntas (II, XXIII). Además de la capacidad para realizar estas operaciones la mente posee otras facultades como son el discernimiento, el juicio, el ingenio y la abstracción (II, XI) que no tienden tanto a la formación de ideas complejas a partir de las ideas simples sino que se orientan más bien hacia la distinción, comparación y extensión de las ideas. Nos interesa en particular examinar la facultad de abstracción puesto que conduce a las ideas universales, de importancia central en la teoría del conocimiento de Locke.

En primer lugar Locke señala cómo la abstracción es una facultad necesaria para la comunicación entre los hombres. En efecto, ésta se da por medio de las palabras que sirven de “señal exterior de nuestras ideas interiores” (II, XI, 9). Si a cada idea particular tuviésemos que asignarle un nombre, el número de éstos sería infinito. “Para que esto no ocurra, nos dice Locke, la mente hace que las ideas particulares que recibe de los objetos concretos, se conviertan en generales, lo que se logra considerándolas al margen de toda otra existencia y de todas las circunstancias de la existencia real, como el tiempo, el lugar o cualesquiera otras ideas concomitantes” (II, XI, 9). De esta manera puede lograrse que una idea particular, considerándola tal como se da en la mente, es decir prescindiendo de todas sus relaciones con otras ideas y de las circunstancias que la enmarcan, pueda servir de “modelo” y de representante de todas las

ideas de su misma especie. Esta iniciativa de la mente permitirá “dividir en clases las existencias reales, según se ajusten á esos paradigmas y para denominarlas de acuerdo a ellas” (II, XI, 9). Así se forman los *universales* ya sea que por este término designemos la idea misma que se toma como “representante” o la palabra que empleamos para designarla. Conviene notar cómo en Locke la abstracción no se da por inducción. La mente no crea una nueva idea —la idea general— a partir de la consideración de muchos particulares de los cuales se habrían retenido, por abstracción como suele decirse, los caracteres comunes. La mente más bien toma, aislándola *una idea* y la erige en modelo o representante de muchas otras. Hasta cierto punto la abstracción —al igual que la asignación de una palabra a una idea— tiene un carácter convencional. Es por convención, en efecto, que una determinada idea particular se escoge para representar muchas otras. La eventual creación por la mente de la idea general como idea *distinta* de todas las ideas particulares iría en contra de la concepción de Locke que hace de las ideas simples —provenientes ya sea de la sensación o de la reflexión— los caracteres constitutivos de todos los contenidos de conciencia. La mente no puede crear ideas nuevas, tan sólo puede repetir y combinar ideas simples recibidas.

## 1.2. LAS SUSTANCIAS Y LA EXISTENCIA REAL

El esquema de formación de las ideas que Locke desarrolla en el libro II de su *Ensayo*, y del cual hemos expuesto algunos aspectos que nos parecen esenciales, constituye un intento de fundamentar el conocimiento sobre la base firme de la experiencia. Esta fundamentación le permitirá en el libro IV del *Ensayo* explorar el problema del *alcance* y los *límites* del entendimiento humano que constituye al decir del autor la finalidad principal de toda obra<sup>5</sup>.

---

5. En la “Epístola al lector” al comienzo del *Ensayo*, Locke cuenta cómo estando reunido con varios amigos discutiendo temas filosóficos pronto llegaron a un punto muerto que los dejó “sumidos en la perplejidad”. “Se me ocurrió, continúa Locke, que habíamos equivocado el camino y que antes de meternos en disquisiciones de esta índole, era necesario *examinar nuestrás*

Cabría en este momento, antes de abordar el problema principal del libro IV, formular algunos interrogantes con relación al planteamiento de Locke. ¿Cómo es posible que, a partir de las ideas simples recibidas por vía de la sensación y que constituyen un conjunto inconexo de impresiones, pueda darse en la mente la idea de un objeto unitario? ¿Esa síntesis de las cualidades particulares en la unificación del objeto no implica acaso la creación de una nueva idea —la idea del objeto en cuestión— por una iniciativa original del intelecto? Por otra parte, ¿cómo puede tener el intelecto la certeza de que una determinada idea simple corresponde a un elemento de la realidad exterior y no es una simple ilusión creada por la mente?

Abordaremos en primer término los dos primeros interrogantes que se relacionan con la idea de sustancia, idea importante pero problemática sobre la cual tendremos que volver más adelante. El pensamiento de Locke sobre este problema no es siempre claro. En algunos pasajes insinúa que la idea de unidad, y en particular de la unificación de un objeto sobre el cual confluyen innumerables ideas distintas, es una idea simple. Así por ejemplo en el capítulo VII del libro II, después de enumerar una serie de ideas simples “que se comunican a la mente mediante todas las vías de la sensación y de la reflexión” (II, VII, 1) y entre las cuales se encuentra la idea de unidad, nos dice que esta idea llega al entendimiento “por todos los objetos externos y por todas las ideas internas” (II, VII, 7). “El entendimiento alcanza la idea de la unidad por todo aquello que podemos considerar como una cosa sola, sea un ser real, sea una idea” (II, VII, 7). Parecería como si, además de proyectar sobre la mente a través de la sensación las ideas simples de las diversas cualidades, el objeto mismo proyectara también de alguna manera la idea de la síntesis de todas las cualidades en una sola cosa. Esta solución sería en realidad una forma de esquivar el problema.

En otros pasajes del segundo libro Locke aborda el problema que nos ocupa en una forma más directa y más consistente

---

*aptitudes y ver qué objetos están a nuestro alcance o más allá de nuestro entendimiento... convinimos en que éste debería ser el primer objetivo de nuestra investigación” (Epístola al lector, p. 61).*

con su teoría sobre la génesis de las ideas. En el capítulo XXIII, que lleva por título “Sobre nuestras ideas complejas de sustancia”, Locke explica cómo se forman en nuestro intelecto esas ideas. Entre las numerosas ideas simples que llegan a la mente puede observarse “que cierto número de esas ideas simples siempre van unidas” (II, XXIII, 1). Presumiéndose entonces que pertenecen a una sola cosa, se designa a ese conjunto por un solo nombre “lo cual por inadvertencia hace que hablemos y consideremos sobre lo que *en realidad constituye una complicación de ideas unidas*, como si se tratase de una sola idea simple” (II, XXIII, 1). Al no poder imaginar de qué manera ese conjunto de ideas se mantienen y subsisten juntas por sí mismas, “nos acostumbramos a *suponer* que existe algún *substratum* donde subsistan y de donde resulten; al cual, por tanto, denominamos sustancia” (II, XXIII, 1). La síntesis sería por lo tanto, a este nivel de la exposición, meramente verbal, a través de una palabra que designa para los efectos de la comunicación lo que se da en la realidad: un conjunto de ideas distintas y disgregadas pero que ocurren en la experiencia siempre juntas. De ahí que las ideas de sustancias sean en general “oscuras”<sup>6</sup>. Al examinar esta noción de sustancia se llega a la conclusión de que ésta no es sino una mera suposición, al no saberse nada sobre un posible soporte de esas cualidades (II, XXIII, 2)<sup>7</sup>.

Al abordar nuevamente el problema de la sustancia en el libro IV Locke adopta una posición mucho más afirmativa con respecto a este “soporte” de cualidades de cuya posibilidad se habla en el libro II. Se da ahora por supuesto que ese soporte, que permitiría unificar en un solo ente las ideas simples o las cualidades secundarias que recibe la mente, tiene un referente externo en las cualidades primarias de los corpúsculos que

---

6. Esta posición del libro II sobre las sustancias se resume claramente en el siguiente texto: “Todas nuestras ideas de las distintas clases de sustancias no son sino colecciones de ideas simples, con la suposición de algo a lo que pertenecen, y en lo que subsisten; aún cuando acerca de ese algo supuesto no tenemos ninguna idea clara y distinta en absoluto” (II, XXIII, 37).

7. Es interesante anotar como Locke transpone estos argumentos sobre las ideas de sustancias materiales a la idea de “sustancia espiritual”. Esta no es sino la idea oscura de un supuesto substratum de ideas obtenidas por medio de la reflexión como podrían ser el pensamiento, el razonamiento, el temor, etc. (II, XXIII, 5).

causan la sensación<sup>8</sup>. Las cualidades secundarias —aquellas “que realmente no son nada en los objetos mismos sino potencias para producir en nosotros diversas sensaciones” (II, VIII, 10)— tienen su origen en las cualidades primarias —aquellas que son “totalmente inseparables de un cuerpo sea cual sea el estado en que se encuentre” (II, VIII, 9)— y deben recibir su explicación a partir de éstas. Los “corpúsculos insensibles” y en particular sus cualidades primarias —la forma, la textura, el tamaño, el movimiento...— son en efecto “las partes activas de la materia de las cuales dependen no sólo todas sus cualidades secundarias sino también la mayor parte de sus operaciones naturales” (IV, III, 25)<sup>9</sup>. Pero resultó que debido a la limitación de nuestros sentidos nos encontramos en una “ignorancia incurable” (IV, III, 25) con respecto a esas cualidades primarias. “No dudo, dice Locke, que si pudiéramos descubrir la forma, el tamaño, la contextura y el movimiento de las partes minúsculas constitutivas de dos cuerpos cualesquiera podríamos conocer, sin necesidad de pruebas, varias de sus operaciones...” (IV, III, 25).

Como vemos del libro II al libro IV del *Ensayo* la posición de Locke con relación al problema que nos ocupa ha variado notablemente. Mientras que en el libro II la sustancia era apenas una palabra que designaba un conglomerado sin estructura de ideas simples en la mente, en el libro IV la sustancia hace referencia a una realidad externa estructurada en sí misma aunque incognoscible. La dinámica de la explicación se ha invertido. El libro II intentaba mantenerse constantemente en el terreno de las ideas, de los contenidos de la mente. Las ideas simples cobraban así, en ese libro, el carácter de fundamento sobre el cual

---

8. Locke esboza en su *Ensayo* una explicación mecanicista de la sensación. La sensación se producirá en general por el movimiento de partículas diminutas emanadas de los objetos y que afectan los órganos de los sentidos, prolongándose luego a través de los “nervios o espíritus materiales hasta el cerebro o el lugar donde la sensación se asienta, para producir de esta manera en nuestra mente las ideas particulares que sobre estos efectos tenemos”. Véase (II, VIII, 14) y también (IV, II, 11-12).

9. Conviene notar cómo esta idea de Locke, según la cual las cualidades primarias de los corpúsculos constitutivos de la materia serían el fundamento explicativo de las cualidades secundarias, es compartida por Robert Boyle. Véase Parte I, Cap. II, numeral 2.3 del presente trabajo.

debería erigirse el conocimiento seguro. En el libro IV se abre la posibilidad, tal vez irrealizable para nosotros los humanos pero de ninguna manera desprovista de sentido, de fundamentar a su vez esas ideas simples de la sensación y de la reflexión en la acción de la realidad exterior sobre los sentidos. Esta nueva fundamentación abriría la posibilidad de explicar, haciendo referencia a las cualidades primarias de los corpúsculos que afectan los sentidos, esa conexión misteriosa de las cualidades que se estructuran en la mente para formar un objeto. Ahora el presupuesto —podríamos tal vez llamarlo metafísico— es que la realidad externa es en sí misma una realidad estructurada que de alguna manera determina los contenidos de la mente. De todas maneras esta solución que Locke trata de darle al problema de la sustancia en el libro IV del *Ensayo* lleva implícita una contradicción de fondo. ¿Cómo suponer, en efecto, estructurada esa realidad externa que ni siquiera podemos conocer?

Pasemos ahora al tercer interrogante que formulábamos más arriba. ¿De dónde emana la certeza de existencia o de realidad que le permite al intelecto discernir entre cualidades referidas a un objeto externo y simples fantasías de la mente? La respuesta del *Ensayo* a este interrogante parece reducirse a la suposición de que la noción de la existencia externa de un objeto que posee el intelecto es ella misma, al igual que la unidad, una idea simple. “La existencia y la unidad son otras dos ideas, dice Locke, que llegan al entendimiento por todos los objetos externos y por todas las ideas internas. Cuando tenemos ideas en la mente, consideramos que están allí de manera efectiva, de igual manera que consideramos que están efectivamente fuera de nosotros las cosas, es decir que existen o que tienen existencia” (II, VII, 7). La existencia real del objeto externo se impone a la mente de manera contundente, como cualquier otra idea simple. Prácticamente —y este sería probablemente uno de los presupuestos básicos del sistema de Locke— toda idea simple va acompañada por la seguridad, que simultáneamente intuye la mente que la recibe, de la existencia real del objeto al cual esa idea simple se refiere. La mente posee así la facultad de distinguir con claridad entre las ideas simples que se reciben pasivamente y que tienen un referente externo real y las fantasías. “Las ideas simples son todas reales, nos dice Locke, todas están de acuerdo con la realidad de las cosas” (II, XXX, 2). “Se trata de ideas que están en nosotros, por medio de

las que diferenciamos cualidades que *realmente se encuentran en las cosas mismas*" (II, XXX, 2). Por otra parte, el efecto de realidad que esas ideas producen en la mente se debe a que ellas "responden y se adecúan a esas potencias de las cosas que las producen en nuestras mentes" (II, XXX, 2). Por ello mismo, dirá también Locke, que las ideas simples son "adecuadas" (II, XXX, 2), es decir, "representan perfectamente los arquetipos de donde la mente supone que han sido tomadas" (II, XXX, 1).

El libro IV del *Ensayo* insistirá también reiteradamente sobre el carácter "real" de las ideas simples, sin modificar en lo esencial los planteamientos que el libro II hace al respecto. En el capítulo IV del libro IV, por ejemplo, que lleva por título "Acerca de la realidad del conocimiento", Locke insiste nuevamente en que "todas las ideas simples se conforman realmente a las cosas" ya que la mente de ninguna manera puede forjarlas por sí misma (IV, IV, 4); son pues "el producto de las cosas que operan sobre la mente de manera natural, y que producen en ella aquellas percepciones para las que han sido adaptadas y ordenadas por la sabiduría y la voluntad de nuestro Hacedor" (IV, IV, 4). En resumen, la mente puede percibir de manera directa la existencia real como cualidad asociada a una determinada idea. Como veremos más adelante, en el libro IV esta capacidad es elevada a la categoría de una *forma de conocimiento* (IV, I, 3 y 7).

### 1.3. CONOCIMIENTO UNIVERSAL, CERTEZA Y REALIDAD

Tomando como fundamento la teoría sobre la génesis de las ideas desarrolladas en el libro II del *Ensayo*, Locke aborda en el libro IV el problema central de la obra: Qué es el conocimiento, cuáles son sus diferentes grados y modalidades, cuáles son sus verdaderos alcances.

El libro IV —"Acerca del conocimiento y la probabilidad"— empieza con una afirmación que determina con nitidez el marco dentro del cual se desarrollará esta indagación: "Desde el momento en que la mente, en todos sus pensamientos y razonamientos, no tiene ningún otro objeto inmediato que sus propias ideas, las cuales ella sola contempla o puede contemplar, resulta evidente que nuestro conocimiento está dirigido sólo a ellas"

(IV, I, 1). La actividad del conocer queda así referida y confinada exclusivamente al campo de las ideas. La experiencia y la vida misma sólo son relevantes para el conocimiento en la medida en que resultan ser fuentes de ideas —ideas, claro está, en el sentido particular que el empirismo filosófico le da a este término a través de los canales de la sensación y de la reflexión. Se da por lo tanto en Locke una tendencia, que en Berkeley se concretará como una idea central de su sistema, a reducir el ser, por lo menos en tanto que es cognoscible, a lo representable, a la idea.

El conocimiento será “la percepción del acuerdo y la conexión o del desacuerdo y el rechazo entre cualquiera de nuestras ideas. En esto consiste solamente” (IV, I, 2). Explicitando un poco más qué formas puede tomar ese “acuerdo” o “desacuerdo” entre ideas, Locke indica cuatro posibles clases de conexión o de rechazo: 1) *la identidad o la diversidad* que consiste en la percepción inmediata y “sin ningún esfuerzo” de la identidad de una idea consigo misma y de su diferencia con otras; 2) *la relación*, es decir la percepción por comparación de las relaciones de diverso tipo entre las ideas); 3) *la coexistencia o conexión necesaria* de diversas cualidades en el mismo sujeto; 4) la percepción de “*la existencia real y actual* en cuanto está de acuerdo con cualquier idea” (IV, I, 7).

Ahora bien, la mente puede establecer estos diferentes tipos de conexiones entre las ideas según varios modos. Tendremos entonces distintas modalidades de conocimiento con diferentes grados de evidencia. El *conocimiento intuitivo* es la percepción del acuerdo o desacuerdo entre dos ideas de un modo *inmediato*, sin la intervención de ninguna otra idea (IV, II, 1). En este caso “la mente no se esfuerza en probar o en examinar, sino que percibe la verdad como el ojo la luz, solamente porque se dirige a ella” (IV, II, 1). Esta clase de conocimiento es el “más claro y el de mayor certidumbre de que la debilidad humana es capaz”. Es, como dice Locke, un conocimiento “irresistible”, que se impone sin que haya lugar a la vacilación o a la duda. Por otra parte, es de este conocimiento intuitivo del que dependerá “toda la certidumbre y evidencia de la totalidad de nuestros conocimientos” (IV, II, 1). Esta capacidad de la mente de percibir de manera inmediata y con absoluta evidencia las conexiones o desacuerdos entre las ideas se encuentra pues en la

base de todo conocimiento posible<sup>10</sup>. Es en particular el fundamento de *conocimiento demostrativo*. Esta modalidad consiste también, desde luego, en la percepción de un acuerdo o desacuerdo entre ideas pero en este caso la percepción *no se realiza de manera inmediata*. En otras palabras, el acuerdo o desacuerdo no es en este caso inmediatamente evidente y la mente debe *buscarlo* haciendo intervenir otras ideas. Se avanza así por pasos, enlazando ideas intermedias en lo que constituye un razonamiento que finalmente, si tiene éxito, logra conectar las dos ideas cuyo acuerdo o desacuerdo se buscaba. Como se ve, contrariamente a lo que sucede con el conocimiento intuitivo, la duda y la incertidumbre preceden aquí a la demostración (IV, II, 5). Ahora bien, en cada uno de estos pasos intermedios del encadenamiento de ideas el acuerdo o desacuerdo entre ideas se da mediante el *conocimiento intuitivo*. De esta manera “cada paso en el razonamiento que produzca conocimiento tiene una certidumbre intuitiva” (IV, I, 7). El conocimiento demostrativo no alcanza sin embargo en general la claridad y la certeza del conocimiento intuitivo. “Es con frecuencia, dice Locke, una percepción muy disminuida en relación con ese lustre evidente y plena seguridad que siempre acompaña a eso que yo llamo conocimiento intuitivo” (IV, II, 6). El conocimiento demostrativo sería como la percepción de una imagen por reflexión en varios espejos que va perdiendo, por ese efecto, su claridad y distinción (IV, II, 6).

A estas dos modalidades de conocimiento —el intuitivo y el demostrativo— Locke agrega el “conocimiento sensible de la *existencia particular* de los seres finitos” (IV, II, 14), es decir la certeza que la mente tiene de la existencia real de objetos particulares externos a partir de las ideas de la sensación. A pesar de la argumentación idealista de algunos filósofos que cuestiona esa certeza, Locke piensa que en cuanto a la existen-

---

10. Conviene distinguir con nitidez la intuición como *forma de conocimiento* de la sensación y la reflexión que son apenas “canales” que posibilitan la recepción de ideas simples en la mente. La intuición *compara ideas* y puede por lo tanto estructurar el conglomerado caótico de las ideas simples. De todas formas, tanto la sensación y la reflexión como la intuición comparten el carácter de inmediatez y de inevitabilidad. Tanto las ideas simples como la comparación intuitiva *se imponen* sin que la mente pueda voluntariamente incidir sobre esos procesos.

cia real de los objetos externos “estamos dotados de una evidencia que sobrepasa toda duda” (IV, II, 14). Como lo hacíamos notar anteriormente, la existencia es prácticamente para Locke una idea simple que como toda idea simple, se impone con evidencia incuestionable.

La concepción del conocimiento como actividad que se da enteramente en el terreno de las ideas y que tiene como fundamento la *intuición* —percepción inmediata y evidente de las relaciones entre ideas— hace posible en Locke el ideal del conocimiento universal para ciertas disciplinas. En realidad en esta teoría del conocimiento el empirismo cobija sobre todo el papel fundamental que juega la experiencia en la adquisición de las ideas simples, esos elementos básicos de todo conocer. Pero una vez en posesión de las ideas, la mente, dejando atrás la experiencia, elabora y compara por iniciativa propia. De esta manera resulta posible un conocimiento universal esencialmente distinto del conocimiento empírico e irreductible a él. De manera reiterada Locke señala cómo “las verdades que pertenecen a las esencias de las cosas” (IV, III, 31) —y por “esencia” Locke entiende únicamente la *idea abstracta*, es decir, una idea particular considerada prescindiendo de las circunstancias que la acompañan y tomada como representante de todas las otras ideas de su mismo género— se encuentran únicamente mediante la “contemplación de aquellas esencias” y no mediante la experiencia “que no va más allá de lo particular” (IV, VI, 16). Esa “contemplación de las ideas” no es sino el trabajo mental de comparación mediante el cual “percibimos” los acuerdos o desacuerdos entre ideas abstractas. De esta manera Locke descarta cualquier teoría inductivista del conocimiento, diferenciándose nitidamente en este aspecto de otros empiristas como Francis Bacon o Robert Boyle.

El conocimiento *universal* es la percepción del acuerdo o desacuerdo entre *ideas abstractas* (IV, III, 31). Debe por lo tanto “buscarse y encontrarse, *únicamente en nuestra propia mente*” (IV, III, 31). El conocimiento universal y cierto se da cuando logramos percibir en algunas de nuestras ideas abstractas “ciertas relaciones, hábitos y conexiones tan visiblemente incluidos *en la naturaleza de las ideas mismas* que no podemos concebirlos separados de ellas por ninguna potencia” (IV, III, 29). Por otra parte lo que el conocimiento universal descubre como verdadero para la idea general lo será también evidente-

mente para cada cosa particular en la que se encuentre esa idea abstracta. Además “lo que se sepa una vez de tales ideas será verdadero perpetuamente y por siempre” (IV, III, 31). De ahí resulta el enorme privilegio que Locke le concede al conocimiento universal sobre el conocimiento particular de experiencia en la elaboración de las ciencias<sup>11</sup>.

El conocimiento universal por excelencia es el conocimiento de la matemática. ¿De dónde surge la impresión de certeza y de necesidad que producen sus conceptos y sus demostraciones? Si bien en sus orígenes las ideas con las cuales trabaja esta disciplina (números, triángulos, círculos...) provienen de la experiencia, la mente tomando, como ya se ha explicado, una de esas ideas particulares la erige en prototipo de todas las que comparten las mismas características. Así se forman las ideas abstractas, o si se quiere, los conceptos de la matemática<sup>12</sup>. En adelante éstos constituirán el campo exclusivo de trabajo de la disciplina. Trascendiendo en esta forma la experiencia, las relaciones entre las ideas abstractas —los conocimientos— en efecto, sólo involucran aquellos elementos que son compartidos por todos los entes representados por las ideas abstractas que se ponen en juego y serán por lo tanto válidos para todos esos entes. La certeza de estos conocimientos proviene, como ya hemos señalado, del carácter mismo del conocimiento intuitivo aplicado a las ideas abstractas particularmente nítidas y precisas de la matemática<sup>13</sup>. Pero para Locke el conocimiento

---

11. Véase por ejemplo la siguiente cita: “Las verdades generales son las que con más afán busca nuestra mente, ya que son las que más amplían nuestro conocimiento. Y también las busca por su amplitud ya que inmediatamente nos satisfacen sobre muchas particularidades, amplían nuestra visión y reducen el camino hacia el conocimiento” (IV, V, 10).

12. Dentro de los límites de la concepción de Locke sería posible diferenciar las *ideas abstractas* que son contenidos, no necesariamente verbalizados, de la mente y los *conceptos* que responderían a una definición y por lo tanto a una formulación en el lenguaje. En lo que sigue usaremos sin embargo indistintamente cualquiera de los dos términos.

13. La nitidez de estas ideas permite incluso su representación por medio de símbolos exentos de cualquier ambigüedad. La mayor certeza del conocimiento matemático sobre el conocimiento moral —siendo éste, según Locke, otro campo en el cual el conocimiento universal es posible— reside precisamente en la mayor claridad y distinción que ofrecen en general los conceptos matemáticos. Ver por ejemplo (IV, IV, 9) y también (IV, XII, 14-15).

matemático no sólo posee certeza sino también *realidad*. Esta afirmación podría parecer extraña a primera vista puesto que los triángulos, los círculos y los demás entes con los que trabaja la matemática no tienen evidentemente una existencia real. Pero, como lo señala Locke, “la existencia no es un requisito para que el conocimiento abstracto sea real” (IV, IV, 8). Para asignarle realidad a un conocimiento se necesita tan sólo que las ideas involucradas en ese conocimiento correspondan a sus “*arquetipos*” (IV, IV, 8), guarden conformidad con ellos. El “arquetipo” del que nos habla Locke es si se quiere el “modelo” según el cual se conforma la idea. Las ideas simples de la sensación, y también las sustancias en tanto que reunión de este tipo de ideas, tienen sus arquetipos por fuera de nosotros, en esa realidad exterior de la cual las ideas simples son signos o señas. Las *ideas abstractas complejas* en tanto que conformadas a voluntad por el intelecto son, ellas mismas, sus propios arquetipos y también lo podrían ser de las ideas particulares que representan. Esas ideas abstractas, en efecto, “no intentan ser copia de nada, ni referirse a la existencia de ninguna cosa que sirva como original” (IV, IV, 5). El conocimiento universal al poner en relación ideas abstractas, que obviamente coinciden con sus arquetipos, es para Locke un conocimiento real. Es, si se quiere, un conocimiento que versa sobre entes tal vez ideales pero que han sido previamente determinados o definidos con precisión; se distingue por lo tanto con nitidez de las asociaciones aleatorias entre ideas fantásticas que puede producir la mente. De esta manera los conceptos o las figuras de la matemática podrán considerarse reales en tanto se ajusten a su propio arquetipo (en la mente) o a su propia definición (en el lenguaje). Locke puede por lo tanto afirmar: “el conocimiento que tenemos de las verdades matemáticas no es sólo un conocimiento cierto, sino también real, y no la mera y vacía visión de una quimera insignificante del cerebro” (IV, IV, 6). Pero incluso para objetos externos realmente existentes, las proposiciones de la matemática —por ejemplo aquellas que se refieren a propiedades de triángulos o de círculos— deben considerarse verdaderas y válidas siempre y cuando de los objetos reales sólo se tomen en consideración aquellos aspectos que concuerdan

con los arquetipos de la mente<sup>14</sup>. Desafortunadamente Locke no desarrolla las implicaciones que esta aguda observación podría abrir para la comprensión del *conocimiento matemático de la naturaleza*. Sobre ello habremos de volver más adelante.

La universalidad de las matemáticas y su concomitante carácter de necesidad según el cual las proposiciones no admiten excepción alguna, se hacen posibles debido al fundamento ideal, no empírico, de la disciplina. “La certidumbre *general*, dice Locke, nunca se encuentra sino en nuestras ideas. Cuando pretendemos alcanzarla en otra parte, en experiencias u observaciones fuera de nosotros, nuestro conocimiento no va más allá de lo particular. Pues sólo la contemplación de nuestras propias *ideas abstractas* puede proporcionarnos un conocimiento general” (IV, VI, 16)<sup>15</sup>. El trabajo de la matemática no se sale del terreno delimitado por sus ideas abstractas que constituyen a su vez sus propios arquetipos. Locke, el empirista, tiene plena conciencia de que la fuerza de la matemática reside justamente en su carácter ideal. Pero aún más, para él la moral debería poderse fundamentar sobre idénticas bases. En efecto las ideas morales (virtud, justicia, libertad...) son también “ar-

---

14. Dada la importancia de esta consideración de Locke transcribimos el texto: “El matemático considera la verdad y las propiedades que pertenecen a un rectángulo o a un círculo únicamente en cuanto están en unas ideas de su propia mente. Pues seguramente nunca encontró ninguna de esas dos verdades existiendo matemáticamente, es decir, precisamente, en su vida. Y, sin embargo, el conocimiento que tiene de cualquiera de las verdades o propiedades que pertenecen a un círculo o a cualquier otra figura matemática, es el de algo verdadero y cierto, *incluso de cosas realmente existentes, ya que las cosas reales no van más allá, ni se tienen en cuenta en tales proporciones sino en cuanto se conforman con aquellos arquetipos de la mente*. En la idea de triángulo, ¿es cierto que sus tres ángulos son iguales a dos rectos? En caso afirmativo, también será cierto de un triángulo donde quiera que *realmente* exista. Y si cualquier otra figura existente no responde exactamente a la idea de un triángulo que tiene en su mente, en absoluto se refiere a esa proposición” (IV, IV, 6).

15. Podría verse en esta concepción de Locke, según la cual la universalidad, “la certidumbre general”, no se encuentra sino en nuestras ideas, una anticipación del *a priori* kantiano. Para Kant todo conocimiento que se piense como universal y necesario es un conocimiento *a priori*. En particular, los principios de las matemáticas son juicios sintéticos *a priori* ya que contienen un conocimiento que no puede lograrse solamente por el principio de contradicción y que además tampoco puede surgir de la experiencia. Véase Kant, *Crítica de la razón pura*, Introducción de Kant a la segunda edición, parte V (B14-18).

quetipos de sí mismas” y por lo tanto “adecuadas y completas” (IV, IV, 7) y posibilitan, como en el caso de la matemática, la fundamentación de un conocimiento tan necesario y tan real como el de aquella disciplina (IV, IV, 7)<sup>16</sup>. Si esta ciencia rigurosa de la moral no ha tomado cuerpo aún, ello se debe únicamente a la complejidad de las ideas morales que dificulta su definición precisa y la asignación de nombres que correspondan sin equívocos ni ambigüedades a las ideas (IV, IV, 9). De todos modos Locke está convencido de que una disciplina general y rigurosa de la moral, en la cual los preceptos puedan concluirse con carácter de necesidad de las ideas (definiciones) esenciales, es posible. De hecho, para Locke, la matemática y la moral serían las dos únicas ciencias *universales* posibles.

#### 1.4. EL CONOCIMIENTO DE LAS SUSTANCIAS Y LA FÍSICA

El conocimiento de la matemática y también, según Locke, el de las ideas morales puede aspirar por su misma naturaleza a la universalidad y a la necesidad. Contrariamente, el conocimiento de las sustancias no puede despegarse de lo empírico y de lo particular. Las ideas complejas de la matemática o de la moral surgen por la libre iniciativa del intelecto en la combinación de ciertas ideas simples. De ahí que sea posible darle a

---

16. En el caso de la moral, siendo ésta una disciplina que se propone prescribir normas prácticas de comportamiento social, se presenta el problema de la relación entre las normas teóricas universales y las acciones particulares de los hombres. Después de haber elaborado el sistema teórico de la moral, habrá que mirar si tal o cual comportamiento particular se adecúa o no a alguna de las ideas que determinan una prescripción moral. Con relación a este problema Locke dice lo siguiente: “Todos los discursos de los matemáticos sobre la cuadratura del círculo, sobre las secciones cónicas o sobre cualquier otra parte de las matemáticas nada tiene que ver con la existencia de esas figuras... De la misma manera, la verdad y la certidumbre de los discursos morales abstraen de las vidas de los hombres y de la existencia en el mundo de aquellas virtudes sobre las que tratan; y los Oficios de Tubio no son menos ciertos porque no exista nadie en el mundo que practique tales reglas rigurosamente y que viva a la altura del modelo del hombre virtuoso que él supo darnos, y que, cuando éste escribía, solamente existía en su idea. Si es verdad dentro de la especulación, es decir dentro de la idea, que el asesino se hace acreedor a la muerte, también será cierto en la realidad de cualquier acción que exista conforme con esa idea de asesinato” (IV, IV, 8).

estas ideas complejas, a esos “arquetipos” mentales definiciones tan precisas como sea necesario para los efectos de la demostración rigurosa de las propiedades de los entes matemáticos o de las normas de la moral. Las cualidades secundarias de las cosas o de las sustancias, por el contrario, no se descubren por demostración (IV, II, 13). Por su naturaleza esas cualidades perceptibles tienen sus arquetipos *fuera de nosotros* (IV, IV, 11). Por lo tanto en su conocimiento no basta, como en el caso de las ideas de la matemática o de la moral, con reunir ideas que no presenten inconsistencias entre sí aunque jamás hayan existido. En cierto modo, las ideas de las sustancias pretenden ser “copias” de una realidad exterior y no pueden por ende ser formadas libremente según el capricho de nuestros pensamientos (IV, IV, 12). Así debemos atenernos para su estudio a la información que nos suministran los sentidos.

Las ideas complejas de las sustancias, vale la pena recordarlo, “no son sino colecciones de ideas simples unidas en un sujeto, y que de esta manera coexisten juntas” pero sin que se logre percibir o descubrir la necesidad que podría regir esa coexistencia (IV, III, 9-10). Podemos pensar con Locke que esas ideas simples reunidas, que esas cualidades secundarias “dependen de las cualidades primarias de sus partículas insensibles o, si no es de ello, de algo más lejano de nuestra comprensión” (IV, III, 11). Pero al no conocer esta última causa hipotética ni tampoco “el tamaño, forma y textura” de las partículas que finalmente producen en la mente el efecto de las cualidades secundarias pero que escapan a la percepción de los sentidos, nos vemos reducidos a la ignorancia con relación al posible carácter de necesidad de las conexiones de esas cualidades secundarias<sup>17</sup>. Incluso si conociésemos las propiedades de esas partículas minúsculas, acaba afirmando Locke, sería imposible para la mente descubrir alguna conexión necesaria entre esas

---

17. En numerosos pasajes del libro IV Locke enfatiza nuestra imposibilidad de conocer las conexiones entre las cualidades secundarias, dada la insuperable ignorancia que poseemos sobre las formas de acción de las cualidades primarias de las partículas. Por ejemplo en (IV, III, 13) dice Locke: “...como nuestra mente no es capaz de descubrir ninguna conexión entre esas cualidades primarias de los cuerpos y las sensaciones que se producen en nosotros a causa de ellos, nunca podremos llegar a establecer reglas ciertas e indudables sobre la consecuencia o coexistencia de ninguna de las cualidades secundarias, aunque

propiedades y las cualidades secundarias ya que esas “afecciones mecánicas de los corpúsculos” no tienen ninguna afinidad con las ideas que producen en nosotros (IV, III, 28). ¿Cómo concebir en efecto una conexión entre nociones cualitativa-mente tan diferentes como los impulsos mecánicos de las partículas y las percepciones de color y olor que tenemos en la mente? (IV, III, 29). La conclusión de esta argumentación, reiterada varias veces por Locke, es clara: “Nuestro conocimiento, en todas estas investigaciones, no alcanza mucho más allá que nuestra experiencia” (IV, III, 14)<sup>18</sup>. Hasta donde alcanza nuestra observación, la evolución de las conexiones entre cualidades procede en general de una manera regular. Esto llevaría a inferir que esos procesos ocurren gobernados por “unas leyes que les han sido impuestas, pero que, sin embargo, desconocemos. De esta manera, continúa Locke, aunque las causas operan de manera constante, y fluyan regularmente los efectos de ellas, sin embargo, como las conexiones y dependencias *no son descubribles en nuestras ideas, no podemos sino tener un conocimiento experimental de ellas*” (IV, III, 29).

Es pertinente en este punto hacer algunas observaciones sobre la concepción de *experiencia* en Locke. Aunque el término es empleado con mucha frecuencia y con diversos sentidos en el *Ensayo*, Locke no define ni desarrolla de manera explícita el concepto. Se trata, sin embargo, de un concepto central puesto que, según afirma repetidas veces nuestro autor, *todo*

---

pudiéramos descubrir el tamaño, forma o movimiento de aquellas partes que inmediatamente las producen”.

En (IV, III, 25) leemos también: “...nuestra falta de ideas precisas y distintas sobre sus cualidades primarias nos mantiene en una *ignorancia incurable* con respecto a lo que deseamos saber sobre ellas”. “No dudo, agrega Locke, que si pudiéramos descubrir la forma, el tamaño, la textura y el movimiento de las partes minúsculas constitutivas de dos cuerpos cualesquiera podríamos conocer, sin necesidad de pruebas, *varias de sus operaciones*, del mismo modo que conocemos las propiedades de un cuadrado o de un triángulo”.

18. Véanse por ejemplo los siguientes textos:

“...me inclino a dudar que, por mucho que el ingenio humano pueda avanzar la filosofía *útil y experimental* en las cosas físicas, esté a nuestro alcance el conocimiento científico...” y más adelante: “Certidumbre y demostración son cosas a las que, en estos asuntos, no debemos aspirar” (IV, III, 26).

*conocimiento proviene de la experiencia.* A nuestro entender, la experiencia se refiere ante todo a la receptividad de la mente para ser impresionada por las ideas simples provenientes ya sea del sentido externo (sensación) o del sentido interno (reflexión). Nos parece que este significado, que piensa la experiencia más como función pasiva de recepción que como actividad organizadora de la mente, es el que predomina en el *Ensayo*. Es cierto, como ya lo hemos señalado, que Locke se plantea los problemas de la unicidad del objeto, de la sustancia, de la existencia e incluso de la identidad personal (II, XXVII). Sin embargo tiende a resolver estos problemas apelando principalmente a las funciones receptoras de la mente (la unicidad y la existencia del objeto como ideas simples, la sustancia como conglomerado constante y estable de ideas simples, la identidad del sujeto en términos de una misma conciencia en todo tiempo). Sin embargo, en el *Ensayo* también encontramos un uso del término *experiencia* ligado a cierto tipo de conocimiento. Locke nos habla, por ejemplo, de un conocimiento de experiencia (IV, XII, 10) como conocimiento contingente, más cercano a la opinión que a la ciencia. En este último sentido la expresión debe involucrar también las funciones activas de la mente que se ponen en juego en todo conocer aunque el papel de la observación y de la recolección de observaciones (historias naturales) tienen un papel preponderante en este tipo de conocimiento<sup>19</sup>.

En el *Ensayo sobre el entendimiento humano* Locke establece una nítida distinción entre el conocimiento, que, como lo hemos señalado, es para nuestro autor la percepción de una conexión entre ideas y se realiza enteramente en el ámbito de la mente, y la formulación verbal de los acuerdos entre ideas por

---

19. Si comparamos la noción de experiencia en Locke con la que podríamos encontrar en Kant o incluso en Hume vemos que se trata aquí de una concepción muy restringida de experiencia. En Kant el concepto de experiencia involucra no sólo la receptividad de la intuición y las funciones del entendimiento sino también la apercepción y la autoconciencia. Todas ellas concurren en la constitución del objeto de una experiencia posible. En Hume el concepto involucra, además de la receptividad de la mente (percepción interna y externa), el hábito. Sólo a través de la costumbre o del hábito es posible relacionar causalmente el objeto de experiencia en el aquí y el ahora con otros objetos en otros tiempos y lugares.

medio de proposiciones. En particular, Locke restringe la referencia del término *verdad* a las proposiciones. “Así pues, nos dice, me parece que la verdad en la acepción correcta de la palabra, no significa otra cosa que la unión o separación *de los signos*, según que las cosas significadas por ellos están o no de acuerdo entre sí... De manera que la verdad pertenece propiamente a las proposiciones...” (IV, V, 2). Habría así una certidumbre de la verdad y otra del conocimiento. “Hay certidumbre de verdad cuando las palabras se unen en proposiciones de manera que expresen exactamente el acuerdo o desacuerdo de las ideas que significan, tal y como realmente es” (IV, VI, 3). En cambio la certidumbre del conocimiento estriba en percibir, no ya la concordancia entre las palabras que forman la proposición según el significado de éstas, sino directamente la conexión entre las ideas.

Ahora bien, Locke extiende la aguda crítica al conocimiento de las sustancias que hemos examinado en los párrafos anteriores a la verdad de las proposiciones sobre las sustancias. Para determinar la verdad de una proposición es necesario conocer la “esencia real de cada especie mencionada” en ella<sup>20</sup>. Este conocimiento no es difícil en el caso de las ideas simples y de las ideas complejas que no tienen referente externo (“los modos”, en la terminología de Locke) como son justamente las ideas de la matemática y de la moral. En estos dos tipos de ideas, como dice nuestro autor, “*la esencia real y la nominal son las mismas*, o lo que viene a ser igual, la idea abstracta significada por el término general es la única esencia y límite que pueda tener o puede suponerse a cada especie” (IV, VI, 4). En el caso de las ideas simples el término designa directamente un contenido mental específico que se impone a la mente sin ambigüedad. Los términos que designan los entes de la matemática o de la moral, según la quiere Locke, son palabras convencionales que se ajustan de manera precisa a la definición del ente que

---

20. A este respecto dice Locke de manera más explícita:

“puesto que no podemos estar seguros de la verdad de cualquier proposición general, en tanto que no conozcamos los límites precisos y el alcance de las especies que significan sus términos, es necesario que sepamos la esencia de cada especie, qué es lo que la constituye y la limita” (IV, VI, 4).

designan. Por estas razones no es difícil determinar la verdad o falsedad de una proposición que se refiere a ideas simples o a ideas complejas de la matemática o de la moral.

La situación cambia cuando nos proponemos establecer la verdad o la falsedad de proposiciones que se refieren a las sustancias. En este caso, en efecto, la “esencia real”, exterior a la mente, nunca coincide de manera precisa con la “esencia nominal” (IV, VI, 4). Al referirnos a una sustancia se da por supuesto que existe un ente exterior, una “esencia real” por fuera de la mente que de alguna manera constituye, determina y delimita las propiedades generales de esa sustancia. Pero como esa “esencia real” nos es desconocida, ya que, como dice Locke, ni siquiera podemos descubrir el tamaño, la forma, la textura y mucho menos los movimientos de las partes activas que conforman la sustancia, el alcance de la palabra general que designa la sustancia es incierto (IV, VI, 12). “De esta manera, dice Locke, cuando hablamos de un hombre, del oro o de cualquiera otra especie de sustancias naturales, como supuestamente constituidas por una esencia real y precisa que la naturaleza imparte de manera regular a cada individuo de esa, y por la cual el individuo pertenece a la especie, no podemos estar seguros de la verdad de esa afirmación o negación que hagamos sobre ella” (IV, VI, 4). Nuestras limitaciones en el conocimiento de las sustancias repercuten como es lógico en la determinación de la verdad o falsedad de las proposiciones generales que a ellas se refieren. “Solamente la verdad de unas cuantas proposiciones universales sobre las sustancias puede ser conocida” (IV, VI, 6) nos dice Locke, sin explicarnos tampoco cuáles son esas pocas proposiciones universales. La certeza del conocer y la verdad de las afirmaciones se ven prácticamente restringidas en este terreno a lo que la experiencia puede aportar directamente.

Las limitaciones de este tipo de conocimientos que no rebasan lo particular no ofrecen para nuestro autor ninguna duda. “En el momento en que nos falta [la conexión descubrible entre las ideas] somos absolutamente incapaces de un conocimiento universal y cierto y... quedamos reducidos a la observación y al experimento; los cuales no hace falta explicar lo estrechos y limitados que son y lo lejos que están del conocimiento general” (IV, III, 28).

Estamos tan lejos de conseguir “una ciencia perfecta de los cuerpos naturales”, una física como ciencia universal, que es prácticamente “trabajo perdido el esforzarse por alcanzarla” (IV, III, 29). Debemos contentarnos, en este campo, con un conocimiento que sólo progresa acumulando lo particular<sup>21</sup>.

De todas maneras, aunque la certeza del conocimiento universal le esté vedada a la física, dentro de los límites del pensamiento expuesto en el *Ensayo* esa disciplina sí podría acceder a un *conocimiento probable*. Locke denomina *probabilidad* a un conocimiento que, si bien busca el acuerdo o desacuerdo entre ideas, sólo logra una *apariencia de acuerdo o desacuerdo a causa de la “intervención de pruebas [pasos intermedios en la comparación de las ideas]* cuya conexión no es constante ni inmutable” aunque parezca serlo por lo regular. Por más que en la búsqueda de la relación entre las ideas intervengan pruebas *fallibles* —como podría serlo, por ejemplo, un hecho de experiencia comprobado numerosas veces pero que carece de evidencia universal incuestionable— la mente es inducida, en este conocimiento probable, a “juzgar que una proposición es verdadera o falsa, antes que lo contrario” (IV, XV, 1). Las dos bases que nos permiten señalar un conocimiento como probable son “la conformidad con nuestra propia experiencia” y el testimonio de los demás (IV, XV, 4). Es evidente que en la investigación empírica propia de las ciencias físicas ambos criterios juegan un papel importante. Si, con relación a un determinado hecho, nuestra propia experiencia coincide con el testimonio de muchos otros hombres de ciencia podremos tener, como dice Locke, “una seguridad que se aproxima al conocimiento” (IV, XVI, 6). Pero incluso en cosas “que no se puedan descubrir por los sentidos”, sobre las cuales no podemos por tanto tener ninguna experiencia, el recurso a la *analogía* nos permite en ocasiones acceder a una cierta probabilidad en el conocimiento de esas cosas (IV, XVI, 12). En muchos casos, por ejemplo cuando se investigan las causas inaccesibles a la percepción de ciertos efectos perceptibles, el recurso a la

---

21. “Nuestro conocimiento de las sustancias no puede progresar por la contemplación de las ideas abstractas, sino *únicamente* por la experiencia” (IV, XII, 9). Por lo demás, “la experiencia nos puede procurar la conveniencia, pero no la ciencia” (IV, XII, 10).

analogía con hechos de experiencia es la única ayuda que se tiene para fundamentar un conocimiento de probabilidad.

Podríamos concluir señalando que si bien la concepción de Locke conduce a un cierto escepticismo con relación al conocimiento de la naturaleza, nuestro autor se preocupa por mitigarlo explorando cuidadosamente los diversos recursos de experiencia y de razón que podrían conducir, en estos asuntos y en diversos grados, a un conocimiento probable.

## 1.5. LOCKE, NEWTON Y EL EMPIRISMO CIENTÍFICO

En el libro IV de su *Ensayo* Locke plantea uno de los problemas centrales de la ciencia natural de su tiempo: ¿En qué medida pueden las ciencias de la naturaleza aspirar a un conocimiento universal y necesario? En función de las respuestas que se le concedan a este interrogante se hace posible diferenciar diversas tendencias con relación a la filosofía natural del siglo XVII.

La respuesta del mismo Locke a este problema es, como ya lo hemos visto, esencialmente negativa: “Solamente la verdad de unas cuantas proposiciones universales sobre las sustancias puede ser conocida” (IV, VI, 6). La física, entendida como la ciencia que estudia las propiedades y operaciones de las sustancias o como dice Locke “las cosas como son en su propio ser, en su constitución, propiedades y operaciones” (IV, XXI, 2)<sup>22</sup>, es en lo fundamental un conocimiento de experiencia limitado a lo particular. Conviene sin embargo examinar con mayor atención los matices que comporta esta respuesta. Locke avanza

---

22. En el último capítulo del *Ensayo*, sobre la división de las ciencias, Locke define la física como “el conocimiento de las cosas como son en su propio ser, en su constitución, propiedades y operaciones”. “Con ello, agrega Locke, se refiere no sólo a la materia y al cuerpo, sino también a los espíritus que tienen sus propias naturalezas, constituciones y operaciones como los demás cuerpos” (IV, XXI, 2). Tal como lo creía Henry More y también Newton, Locke piensa que hay “espíritus” que afectan la materia y que el estudio de esa acción forma parte de la física. De todas formas vale la pena notar que esta definición de la física es extraña. No nos habla, en efecto, del conocimiento de los fenómenos o de las apariencias sensibles, sino de las cosas “como son en su propio ser”. La física, si nos aterremos a esta definición, sería más bien una metafísica.

en efecto elementos que permitirían determinar *bajo qué condiciones* el conocimiento de las sustancias podría aspirar a la universalidad. Como ya lo hemos dicho, la posición de Locke con respecto al problema de las sustancias cambia a lo largo del *Ensayo*. Mientras que en el libro II la “sustancia” es esencialmente una palabra vacía, carente en sí misma de un referente externo identificable, que se usa tan sólo para designar un conglomerado de ideas simples que se dan siempre juntas en la mente, en el libro IV Locke enfatiza la diferencia entre cualidades primarias y secundarias y la interrelación entre unas y otras. Así las cualidades secundarias —olor, color, sonido...— son producidas en el organismo vivo por la acción de las partículas de los cuerpos que afectan los órganos sensoriales. Las partículas, por su parte, pueden actuar porque poseen objetivamente ciertas cualidades primarias —forma, tamaño, textura, movimiento...—. Como ya lo habíamos hecho notar, este cambio de posición del libro II al libro IV implica una inversión en los fundamentos del conocimiento de las sustancias. Mientras que en el libro II el fundamento, puramente mental, residía en las ideas simples, ahora, en el libro IV, el fundamento de las nociones que tenemos sobre las sustancias debe buscarse en las propiedades primarias de las partículas y en sus formas de acción sobre los órganos de los sentidos. Un conocimiento universal sobre las sustancias sería posible si se lograran encontrar las conexiones entre las cualidades primarias de las partículas y las propiedades sensibles de las cosas. Ya hemos explicado suficientemente las razones por las cuales a nosotros los humanos nos es imposible, según Locke, encontrar esas conexiones. De todas formas —y esto es lo importante— Locke ha establecido las *condiciones de posibilidad* de un conocimiento de las sustancias que trascendiendo lo meramente empírico pueda acceder a la universalidad y a la necesidad.

Las conclusiones principales a las cuales llega nuestro pensador con relación a la ciencia natural podrían ser fácilmente compartidas por los seguidores de la vigorosa corriente del *empirismo científico* en la Inglaterra del siglo XVII. Para ellos también la tarea principal de la ciencia natural, por lo menos en el estadio de desarrollo en el cual se encuentra en aquel momento, consiste más en acumular hechos sólidos de experiencia que en elaborar amplias teorías generales. El empirismo científico desconfía tanto de los sistemas teóricos universales —que nece-

sariamente tendrían que reformularse una y otra vez a medida que nuevos hechos de experiencia se van conociendo— como de la posibilidad de aplicar la matemática al estudio de la realidad física que, como lo indica claramente la experiencia, escapa a la perfección de las formas matemáticas ideales<sup>23</sup>. Pensadores como Roberto Boyle no excluyen sin embargo la posibilidad de una explicación universal de los fenómenos sobre la base de un presupuesto indemostrable empíricamente: el atomismo mecanicista. Este tipo de explicación causal, en el cual Boyle, como veíamos en un capítulo anterior, no logra sin embargo avanzar mucho, es similar al establecimiento de conexiones entre las cualidades primarias —en el caso de Boyle, mecánicas— de los corpúsculos y las cualidades secundarias de las sustancias que proponía Locke en su *Ensayo* como la única posibilidad —excluida de facto por las limitaciones inherentes a nuestra condición humana— de acceder a un conocimiento universal de las sustancias. Locke, sin embargo, tiene sobre todo en mente la producción de las ideas simples en la mente por la acción de las partículas sobre los órganos de los sentidos. Para Boyle el problema es otro: la explicación de fenómenos físicos y químicos como podrían ser la presión y la expansión de los gases, las reacciones entre sustancias, etc... en base al presupuesto de la constitución atómica de la materia.

Dentro de la corriente del empirismo científico la filosofía del atomismo mecanicista no es sin embargo la única vía propuesta para lograr explicaciones de carácter general. Otro método, más consistente incluso con el precepto empirista de no atenerse sino a la experiencia, es la inducción gradual de principios generales a partir de los hechos y de los efectos observables. Este es el método que propone Francis Bacon para llegar a las causas de los fenómenos y también, como ya lo hemos visto en un capítulo anterior, es una parte del método de “análisis y síntesis” defendido por Newton. Locke de manera sistemática a lo largo de todo el *Ensayo* se distancia de los procedimientos inductivos e incluso los critica con agudeza en varios pasajes. Ya hemos observado en la primera parte de este capítulo cómo en el libro II al abordar la formación de las *ideas*

---

23. Véase por ejemplo la posición de Boyle en el apartado 2.3 del capítulo II, parte I.

*abstractas*, Locke se aparta de los procedimientos inductivos proponiendo más bien una forma de abstracción que erige una de las ideas particulares, considerándola por fuera de toda circunstancia específica, como representante de todas las de su misma especie. En el libro IV, manteniendo la misma posición, Locke recalca cómo del solo trabajo con lo particular no puede surgir lo universal. Lo universal es prerrogativa del trabajo de la mente y escapa por lo tanto a las condiciones de la experiencia. “Todo conocimiento general, dice Locke, deberá buscarse y encontrarse únicamente en nuestra propia mente, y será tan sólo el examen de nuestras propias ideas lo que nos lo proporcionará” (IV, III, 31). Más adelante, desarrollando esta misma idea, Locke señala cómo “la *certidumbre general* nunca se encuentra sino en nuestras ideas. Cuando pretendemos alcanzarla en otra parte, en experimentos u observaciones fuera de nosotros, nuestro conocimiento no va más allá de lo particular. Pues sólo la contemplación de nuestras propias ideas abstractas puede proporcionarnos un conocimiento general” (IV, VI, 16). En toda ley general, obtenida supuestamente por procedimientos inductivos, hay en realidad un salto que escapa a la experiencia: la percepción intuitiva de la conexión entre las ideas abstractas que se relacionan en la ley<sup>24</sup>.

Para Locke una ciencia universal de la naturaleza es imposible. Cabría entonces preguntar cómo puede interpretarse desde esa posición la ciencia universal y matemática que Newton desarrolla en los *Principia*. Locke hace un caluroso elogio de la obra de Newton de quien por lo demás era amigo personal en la época en que se publica el *Ensayo* (1690): “Newton, en su libro nunca lo bastante admirado, ha demostrado varias proposiciones, que son otras tantas verdades nuevas, antes desconocidas para el mundo y que suponen importantes avances en el *conocimiento matemático*” (IV, VII, 11). La expresión que hemos subrayado puede darnos una clave acerca del carácter de los *Principia* para el autor del *Ensayo*. Como muchos otros pensadores de su tiempo, Locke probablemente considera la obra

---

24. El fundamento de la ley general reside por lo tanto, para Locke, en las facultades de la mente. Para Kant también, vale la pena señalarlo, la universalidad y la necesidad son prerrogativas del conocimiento *a priori*. El fundamento del conocimiento universal y necesario debe por lo tanto, también en este autor, buscarse en las funciones del entendimiento.

máxima de Newton como un impresionante trabajo *matemático* capaz de *describir* abstractamente las regularidades de los movimientos celestes pero que no aborda en concreto la explicación física de las acciones mutuas entre los cuerpos. El libro de los *Principia*, en otras palabras, constituiría en esencia una obra de matemáticas y por eso sus demostraciones tienen un carácter de necesidad y de universalidad; no sería sin embargo propiamente un tratado de física.

Como ya lo habíamos dejado entrever en la sección III de este capítulo, Locke puede perfectamente admitir que las proposiciones demostradas matemáticamente en los *Principia* dan cuenta de ciertos aspectos de la realidad física *en la medida en que esos aspectos concuerdan con las ideas abstractas de la matemática*. Todas las propiedades demostradas en la geometría para la figura del triángulo serán aplicables a una forma del mundo real siempre y cuando esa forma responde a la definición abstracta del triángulo. De igual manera, las propiedades de los movimientos demostradas matemáticamente en los *Principia* serán también propiedades de los movimientos celestes en la medida en que éstos se pliegan a los presupuestos bajo los cuales esas propiedades fueron demostradas en el tratado.

Esta idea de Locke tal vez no sea muy distinta a la que el propio Newton tenía sobre su obra. Como tuvimos oportunidad de recalcarlo suficientemente en un capítulo anterior, Newton nunca tuvo la pretensión de haber agotado enteramente la explicación de los fenómenos en sus trabajos de física matemática (la óptica de los colores, los *Principia*, por ejemplo). Para lograr la certeza de la ciencia, Newton se ve obligado a restringir el terreno de la explicación a los aspectos matematizables de los fenómenos, dejando de lado, por lo menos provisionalmente, todos aquellos problemas relacionados con la “causalidad física” de los efectos estudiados (la naturaleza física de la luz, la explicación física de la gravitación, por ejemplo). La diferencia entre los planteamientos de Newton y de Locke reside seguramente en la pretensión que alberga el primero de haber logrado una conexión estrecha entre teoría matemática y experiencia basada, por una parte, en la supuesta “deducción” de los principios que fundamentan el sistema teórico por medio de procedimientos inductivos a partir de la experiencia y por otra, en la concordancia de las predicciones teóricas con los resulta-

dos de experimentos específicos concebidos y realizados a partir de la teoría. Locke, por su parte, negando las pretensiones que se abroga la inducción de llegar a lo universal a partir de la experiencia y pensando el conocimiento como proceso enteramente mental, concibe la conexión del conocimiento universal con la experiencia en una forma mucho más laxa —desligada, si se quiere, del pensamiento— a través de la captación por medio de la sensación y de la reflexión de las ideas simples.

Newton tiene el firme convencimiento de haber logrado asir en sus sistemas teóricos universales —por medio de procedimientos dotados de rigor y de sistematicidad que determinan incluso las formas de corroboración y de cuestionamiento de las premisas alcanzadas— una verdad, tal vez parcial, pero inherente a la naturaleza misma. Para Locke los sistemas teóricos universales son en esencia sistemas autónomos, dotados sí de universalidad y de necesidad, pero que sólo por accidente —al coincidir ciertos aspectos de la realidad con definiciones del sistema matemático— logran describir acertadamente algunos procesos naturales.



## Capítulo II

### LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL EN LOS “PRINCIPIOS DEL CONOCIMIENTO HUMANO”\*

En el *Ensayo sobre el entendimiento humano* Locke se proponía indagar los verdaderos alcances del conocimiento. A partir de lo que Kant llamará, en el prólogo a la primera edición de la *Crítica de la razón pura*, una “fisiología del entendimiento” —es decir, un esquema sobre las funciones cognitivas de la mente—. Locke intentaba comprender en qué campos puede el entendimiento humano lograr con éxito un conocimiento universal y cierto, en cuáles otros tan solo puede aspirar a un conocimiento que, a pesar de su certeza, se muestra incapaz de trascender los límites de la experiencia sensible y en cuáles, en fin, debe conformarse con un conocimiento apenas probable. El *Ensayo* tiene una intención crítica en el ámbito del conocimiento humano. Sus conclusiones, en lo referente al conocimiento de la naturaleza, no están sin embargo exentas de escepticismo. Entre el ser real de los objetos externos y el conocimiento que de ellos puede lograr el entendimiento humano se levanta, en efecto, una barrera infranqueable. La ciencia

---

\* George Berkeley, *Principios del conocimiento humano*, Sarpe, Colección Los Grandes Pensadores, Madrid, 1985. En este trabajo las citas de la edición de Sarpe han sido confrontadas con la edición en inglés de David M. Armstrong en *Berkeley's Philosophical Writings*, Collier Books, 1969. Cuando hemos juzgado que alguna expresión de la edición de Sarpe no se ajusta al original inglés, hemos introducido entre corchetes la expresión en inglés tomada de la edición de Armstrong.

natural, incapaz de penetrar la esencia de los fenómenos y de las cosas, se ve reducida a ser tan solo un conocimiento contingente de experiencia.

Para Berkeley los problemas planteados en el *Ensayo* de Locke sobre la naturaleza y el alcance del conocimiento humano son también fundamentales. Sin embargo el trabajo de Berkeley se orienta más hacia el combate de las posiciones escépticas con respecto al conocimiento humano que hacia la crítica. Como lo señala el mismo autor en el prefacio de los *Principios del conocimiento humano*, el libro es, a sus ojos, particularmente útil “para aquellos que sienten el vértigo y la seducción del escepticismo, o necesitan una demostración de la existencia e inmaterialidad de Dios y de la inmortalidad del alma”<sup>1</sup>.

Estas diferencias de énfasis y de intención no son desde luego las únicas que existen entre las teorías de Locke y de Berkeley. A lo largo de este capítulo muchas otras diferencias de fondo se harán evidentes. Sin embargo, el terreno sobre el cual se apoya Berkeley es el que ha sido previamente desbrozado por Locke en el *Ensayo*. Berkeley, en particular, retoma como base de su sistema la noción de la *mente* a la vez como receptáculo de las *ideas*, impresas a través de los sentidos o “recibidas mediante atención a las pasiones y las operaciones de la mente” (I)\*, y como elemento activo capaz de componer, dividir o representar ideas. Las ideas, tal como ocurría en el sistema de Locke, serán, también para Berkeley el objeto principal —aunque no el único, conviene anotarlo— del conocimiento. El sistema de Berkeley podría interpretarse como el fruto de un esfuerzo por mantener una consistencia rigurosa con estos fundamentos de la filosofía empirista eliminando nociones, como las de objeto externo o sustancia material, que escapan a la evidencia de la percepción y que no serían por lo tanto *ideas* en el sentido particular que el empirismo inglés le otorga a este término. Sin embargo, este esfuerzo de consistencia no podría avanzar demasiado sin que la *noción* —no ya la

---

1. *Principios*, prefacio p. 29.

\* Designaremos por un número romano entre paréntesis, por ejemplo (I), los párrafos de los *Principios*. Si se trata de párrafos de la introducción agregaremos Int., por ejemplo (Int. V).

*idea*— de Dios entráse a jugar un papel decisivo como un elemento del sistema mismo.

Para poder examinar los aspectos principales de la filosofía del conocimiento del mundo natural según Berkeley, será necesario detenernos sobre dos temas centrales en la obra del filósofo: la polémica en torno a las ideas abstractas y el problema de la existencia de las ideas.

## 2.1. LAS IDEAS ABSTRACTAS, LAS IDEAS GENERALES Y EL LENGUAJE

“Una de las principales causas de error en todos los órdenes del conocimiento”, nos dice Berkeley, reside en la naturaleza del lenguaje y en el abuso que de él se hace (Int. VI). Para Berkeley, como también para Locke, existe una diferenciación nítida entre pensamiento y lenguaje. El pensamiento es un proceso que se da enteramente en el ámbito mental de las ideas y que no necesita para su desenvolvimiento —por lo menos en forma esencial, fundamental— del lenguaje. Para Locke las palabras eran signos sensibles de las ideas y la función del lenguaje se reducía esencialmente a la comunicación del pensamiento entre los hombres. Siguiendo esta concepción, el lenguaje ideal, aquél que intentaría evitar ambigüedades y errores en los procesos del conocer, debería buscar una conexión lo más estrecha y precisa posible entre las ideas y las palabras.

Berkeley, en sus *Principios*, insinúa una concepción más amplia sobre el lenguaje: “La comunicación de las ideas indicadas por las palabras, nos dice, no es el único ni el principal de los fines que tiene el lenguaje, como corrientemente se supone” (Int. XX). El lenguaje puede tener muchos otros fines —“suscitar una pasión, inducir a un acto determinado o disuadir de él, colocar la mente en una determinada disposición”, por ejemplo (Int. XX)— para la realización de los cuales la comunicación es “solamente auxiliar”. Precisamente, al error que tiende a considerar la función comunicativa del lenguaje como la única o la predominante se le asocia con frecuencia otro, no menos grave, según el cual se “prejuzga que toda palabra tiene o ha de tener una sola significación precisa y limitada” (Int. XVIII). De esta manera, como en el lenguaje se hace necesario utilizar palabras que tienen un significado general —palabras tales como ani-

mal, hombre, movimiento, etc.—, se llega a pensar que cada uno de estos términos universales tienen un referente preciso en la mente del hablante: *la idea abstracta* correspondiente. Así, habría que buscar el origen del error que consiste en atribuirle a la mente la capacidad de elaborar ideas abstractas en una determinada concepción, muy extendida, del lenguaje (Int. VI).

Pero, para Berkeley, no sólo las funciones del lenguaje van mucho más allá de la sola comunicación de ideas sino que además no es posible en general atribuirle a cada palabra un solo referente bien determinado. Por el contrario *cada palabra representa indiferentemente un gran número de ideas particulares* (Int. XVIII). Las palabras son como las letras que se emplean en el álgebra: cada una de ellas puede tomar un número indeterminado de valores numéricos pero la inteligencia puede operar con las letras sin tener que traer a cuento las cantidades que ellas representan en cada paso de la demostración (Int. XIX).

De todas formas los contenidos de la mente —por lo menos aquellos que Berkeley designa con el nombre de *ideas* y que distinguirá, hacia el final de los *Principios*, de las *nociones*— son siempre particulares. Como se recordará, también lo eran para Locke. Pero, según este autor, el intelecto, por medio de la facultad de abstracción, estaba en capacidad de aislar una idea de las circunstancias que originalmente la rodeaban y de las otras ideas que la acompañaban. De esta manera las ideas particulares podían convertirse en generales. Berkeley, por el contrario, rechaza de manera enfática la posibilidad real para la mente tanto de procesos de *abstracción* como de los procesos subordinados de *generalización* y *composición*. Es imposible tener en la mente la idea de un hombre en abstracto sin que sea al mismo tiempo blanco o moreno, alto o bajo, derecho o encorvado, de la misma manera que también resulta imposible la idea de movimiento prescindiendo del cuerpo que se mueve y de todas las propiedades de la trayectoria (Int. X). Sólo en un sentido muy limitado podría reconocerse la “aptitud de abstraer” cuando se conciben como separadas partes de un objeto sin las cuales de todas formas ese objeto podría tener existencia real; pero concebir en la mente de manera aislada cualidades que no puedan existir separadamente es, para Berkeley imposible (Int. X). También lo es aquel procedimiento, íntimamente relacionado con el anterior, según el cual la mente tomaría una propiedad común a muchos objetos —por ejemplo, el hecho de

que todos ellos tengan un color o una extensión— para formar la *idea general abstracta* correspondiente a esa propiedad—por ejemplo, la idea general abstracta de color o de extensión—. *Componer* por igual procedimiento ideas generales más complejas como las de hombre o animal es, para nuestro autor, igualmente imposible (Int. IX).

La exclusión de las ideas abstractas en tanto que contenidos reales de la mente no significa que Berkeley niegue la posibilidad de la argumentación general. “Quiero hacer notar, nos dice, que no niego en absoluto la existencia de ideas generales: lo que no puedo admitir es que existan *ideas generales abstractas*” (Int. XII). Pero, ¿qué es entonces la idea general para Berkeley? Retomando un concepto ya expresado por Locke, Berkeley designará como *general* una idea de suyo particular—en tanto que contenido específico de la mente— cuando se “la hace representar o se la toma en lugar de otras ideas particulares del mismo tipo” (Int. XII). En otras palabras, la idea particular se convierte en general al hacer ella un *signo* que, para los efectos de determinados procesos mentales o razonamientos, puede reemplazar muchas ideas particulares. Cuando realizamos, por ejemplo, una demostración geométrica sobre el triángulo estamos constantemente refiriendo nuestro pensamiento a *un triángulo* particular (tal vez aquél que tenemos dibujado en el papel frente a nosotros). Sin embargo, en cada uno de los pasos de la demostración nos cuidaremos rigurosamente de no hacer intervenir las particularidades—tamaño de los lados o magnitud de los ángulos, por ejemplo— que distinguen nuestro triángulo de todos los demás. En este proceso de razonamiento estaremos entonces usando el triángulo como *idea general* aunque de hecho en la mente ese “triángulo general” sea en todo momento inexistente (Int. XVI). De esta manera el conocimiento de las matemáticas es universal. Pero la universalidad no consiste ahora “en una realidad absoluta y *positiva* o concepto puro de una cosa, sino en la *relación* que ésta guarda con los demás particulares, a los cuales representa o significa” (Int. XV).

Es pertinente contrastar esta concepción de Berkeley sobre el conocimiento universal con la de Locke. Para este autor, recordémoslo, el conocimiento universal es la percepción del acuerdo o desacuerdo entre dos *ideas abstractas* ya sea que la percepción se realice de manera inmediata (conocimiento intuitivo

tivo) o a través de pasos intermedios. Si bien para Locke la idea abstracta tiene como origen una idea particular considerada al margen de las circunstancias que la rodean y tomada como representante de muchas otras ideas particulares, es de todas formas *un contenido de la mente* formado por la capacidad de abstracción que ésta posee. Berkeley niega las ideas abstractas como *contenidos mentales* y pone el énfasis en la *función* que en un razonamiento de alcance universal juega *una idea particular* que se toma como representante de muchas otras. Por eso mismo puede decir que la universalidad no es, como podría suponerse a partir de la concepción de Locke, una “realidad absoluta y positiva”, sino una relación entre una idea particular y muchas otras.

Un planteamiento similar podría hacerse con respecto al lenguaje. Las palabras universales que por fuerza empleamos corrientemente en el lenguaje no designan, como lo quería Locke, ideas abstractas que le corresponderían de manera más o menos unívoca; deberían más bien considerarse como símbolos que se usan para representar indistintamente muchas ideas particulares de la misma clase. Nuevamente, lo significativo aquí es la *relación* que *una palabra* guarda con una *gran cantidad de ideas particulares*, la *función* que cumple la palabra como *representante* de muchas ideas particulares. Entendiendo el lenguaje de esta manera, piensa Berkeley, podríamos evitar muchos errores en las discusiones filosóficas. Podríamos dessembarazarnos de controversias *puramente verbales* y guardarnos de caer en “la red finísima y sutil de las *ideas abstractas*” (Int. XXII) al dejar de pensar que detrás de cada palabra acecha el fantasma de una idea abstracta.

## 2.2. LA SUSTANCIA MATERIAL, LA SUSTANCIA ESPIRITUAL Y LA EXISTENCIA DE LAS IDEAS

La filosofía del conocimiento que Locke desarrolla en el *Ensayo* desemboca en una grave contradicción. El *Ensayo* comienza reconociendo las *ideas simples*, aquellos contenidos primarios de la sensación o de la reflexión, como la base firme del conocimiento. Pero, en lugar de construir consistentemente sobre este fundamento, muy pronto el *Ensayo* no sólo admite la existencia de una realidad externa sino que acaba por hacer de

esta realidad —que se supone estructurada en sí misma y caracterizada por una serie de “cualidades primarias”— el origen y el fundamento de las *ideas* sensibles. Sin embargo —y esto es lo que resulta paradójico— esa realidad exterior es en sí misma incognoscible para el entendimiento humano. El *Ensayo* concluye en un tono escéptico en lo referente al conocimiento de la naturaleza.

El sistema de Berkeley intentará consistentemente evitar estas contradicciones manteniendo la experiencia sensible como único fundamento del conocimiento. Pero nuestro autor irá incluso más lejos. *Los principios del conocimiento humano* no se limitan a dejar en suspenso el problema de la existencia de una realidad material exterior a la mente, dejando así abierta la posibilidad eventual de una “cosa en sí” incognoscible que por eso mismo no tendría efecto alguno sobre una teoría del conocimiento humano de la naturaleza. Por el contrario, de manera radical, esa posibilidad será negada explícitamente. Seguiremos, reorganizándolo para nuestros propósitos, el hilo de la argumentación de Berkeley en los *Principios*.

Berkeley comienza su libro con una verdad “evidente” que había sido ya claramente establecida por Locke: los objetos del conocimiento humano son las *ideas*, ya sea que éstas hayan sido impresas a través de los sentidos, hayan sido percibidas “mediante atención a las pasiones y operaciones de la mente” o bien hayan sido formadas por la mente con ayuda de la imaginación y la memoria o por composición de otras ideas antes recibidas (I). Por otra parte no puede haber ninguna duda de que las *ideas* tienen una existencia real al igual que las “cosas” que para Berkeley no son sino conjuntos de *ideas* que se presentan siempre de manera simultánea (I). Pero, contrariamente a lo que suele creerse, las *ideas*, en cualquier combinación que se presenten para formar objetos, “no pueden tener existencia si no es en una mente que las perciba” (III). Cuando hablo, por ejemplo, de la mesa como de algo existente lo que en realidad quiero significar es que *veo y siento* la mesa o bien que si estuviese en mi estudio podría verla y sentirla o que “otra mente” que estuviese allí presente también podría percibirla. La forma particular de existencia que tienen las *ideas* es justamente esa que consiste en ser percibidas o pensadas por alguna mente. Es por lo tanto manifiestamente absurdo tratar de concebir o imaginar ideas u objetos por fuera de una mente puesto que, diciéndolo nueva-

mente con palabras de Berkeley, “su ser (*esse*) consiste en que sean percibidos o conocidos” (VI).

Lo dicho hasta aquí podría probablemente ser aceptado también por Locke; pero Berkeley dará un paso más —que habría sido ya inaceptable para el autor del *Ensayo*— al afirmar que “la *existencia absoluta* de los seres que no piensan, prescindiendo totalmente de que puedan ser percibidos” es incomprendible (III). Manifiestamente “los seres que no piensan” son para Berkeley *únicamente* las *ideas*. Mientras éstas no existan en mi mente o “en la de otro espíritu creado” entonces o bien no existen en absoluto o “*subsisten sólo en la mente de un espíritu eterno*” (VI). Para Berkeley estas verdades son “tan obvias y tan al alcance de la mente humana que para verlas el hombre sólo necesita abrir los ojos” (VI). Es decir, para alcanzar estas verdades basta atenerse rigurosamente a los contenidos de la mente cuya presencia logra ser captada por nuestro espíritu con una inmediatez que elimina toda duda sobre su existencia como ideas. Se trata de romper con ese dualismo del sentido común y de algunas escuelas filosóficas que coloca al frente de la idea mental el ser real del cual la primera —justamente la única que podemos conocer— no sería sino un reflejo imperfecto.

Cabría de todos modos la pregunta: ¿de dónde proviene ese tan difundido error que le atribuye una existencia externa a lo que no son sino *ideas* o conjuntos de ideas? Nuevamente, el origen de esta concepción errónea debe buscarse en la “doctrina de las *ideas abstractas*” (V). En efecto, “¿puede haber más flagrante abuso de la abstracción que el distinguir entre la existencia de los objetos sensibles y el que sean percibidos, concibiéndolos existentes sin ser percibidos?” (V). En otras palabras, ¿cómo podría la mente, sin suponer la posibilidad de la abstracción, separar aquello que percibe de lo que sería un supuesto objeto externo distinto del conglomerado de sensaciones y del cual la mente no puede por lo tanto tener ninguna impresión? El objeto externo no es sino una idea abstracta, un término del lenguaje sin existencia real en la mente. Dicho en palabras de Berkeley, “el objeto y la sensación *son la misma cosa* y no puede, por tanto, ser abstraída la una de la otra” (V, nota).

Pero incluso admitiendo que “sustancias sólidas, dotadas de figura determinada y móviles existieran sin la mente y fuera de ella, correspondiendo a las ideas que tenemos de los cuer-

pos” (XVIII), cabría de todos modos la pregunta ¿cómo podemos llegar a conocer esto? Tal como lo plantea Berkeley, sólo habría dos posibilidades para llegar a este conocimiento: por medio de los sentidos o por medio de la razón. La primera vía se descarta de inmediato puesto que los sentidos no permiten ir más allá de lo que ellos mismos aportan. En cuanto a la segunda opción, para entender por medio de la razón la existencia de cuerpos externos sería necesario poder fundamentar las ideas mentales en esos supuestos objetos exteriores. Sin embargo ni siquiera es posible establecer conexión necesaria alguna entre instancias tan diferentes cualitativamente como son las *percepciones sensitivas* y las *ideas* (XVIII). Más difícil aún resulta entender “cómo pueda actuar un cuerpo sobre un espíritu, o cómo un cuerpo pueda imprimir una idea en la mente” (XIX). En cambio, la experiencia nos muestra con toda claridad —como ocurre, por ejemplo, en los ensueños— “que podemos ser afectados por las ideas que actualmente poseemos, aún sin la existencia de cuerpos que se les asemejen” (XVIII). En definitiva, como dice Berkeley, “de existir los cuerpos externos, nunca nos será posible llegar a saber tal cosa; y de no existir, tendríamos las mismas razones que ahora para admitir su existencia” (XX). Tanto para la ciencia como para la experiencia humana la suposición de la existencia de los objetos externos es inútil: carece de consecuencias a nivel práctico y a nivel teórico.

Habiendo descartado los objetos externos, en el mundo de Berkeley no quedan sino los espíritus creados o finitos, Dios o el espíritu eterno y las ideas en las mentes de los espíritus (II). Las *ideas* son inactivas en el sentido de que no tienen la potencia de producir alteraciones sobre otras *ideas* (XXV). El espíritu, por el contrario, es un ser “simple, indiviso y activo”. En cuanto percibe ideas se le llama entendimiento y en cuanto las produce u opera sobre ellas se llama voluntad (XXVII). El espíritu es la única sustancia que percibe o sustenta esos seres no pensantes que son las *ideas* (CXXXV). Aunque no puede ser percibido en sí mismo, podemos sin embargo captar los efectos que produce sobre las ideas. No es por lo tanto posible tener propiamente una *idea* de espíritu, ya sea éste finito o eterno. Sin embargo, nos dice Berkeley, hay que reconocer “que sí tenemos alguna noción de alma, de espíritu y de las operaciones de la mente” (XXVII). Algo conocemos, en efecto, de estas entidades

activas pero no nos es posible entenderlas de la misma manera que conocemos las “cosas inertes”. De éstas podemos tener *ideas*, es decir, *representaciones sensibles*; de las primeras no podemos tener representación alguna. Berkeley usará la palabra “*noción*” para designar este tipo especial de conocimiento. “Espíritu e idea, nos dice Berkeley, son tan completamente distintos que cuando decimos *que existen, que los conocemos* etc., se han de tomar estas palabras en diferente sentido para uno y otras. No hay nada de común o semejante entre ellos; y pretender que mediante el desarrollo de nuestras facultades o por una nueva facultad podríamos conocer el espíritu al igual que conocemos un triángulo, parece tan absurdo como pensar que un día podamos *ver un sonido*” (CXLII).

El paso que Berkeley se ha visto obligado a dar, al introducir al lado de la *idea* la *noción*, es importante porque implica de alguna manera el reconocimiento de que el intelecto puede trabajar contenidos que no son *ideas* y poner en juego funciones cognitivas que no se ciñen al esquema establecido por Locke que limita la actividad del entendimiento a la operación sobre *ideas* de la sensibilidad. Aunque Berkeley no desarrolla suficientemente este hallazgo en los *Principios* sí distingue esta nueva función con claridad y, lo que es más importante, la extiende para cubrir también el conocimiento de las *relaciones*. “Es de notar también, nos dice, que propiamente no podemos decir que tengamos idea de las relaciones que envuelven un acto de la mente, sino más bien una *noción* de las relaciones que hay entre las cosas” (CXLII). De los entes activos —Dios, espíritu, alma— no podemos tener representación alguna que sea reducible a lo sensible. Tampoco la podemos tener de la *actividad misma* de la mente al establecer, por ejemplo, las relaciones entre ideas. Sin embargo, aunque de esos entes o de estos actos no podemos tener ideas, sí es posible, según Berkeley, tener algún conocimiento de ellos así sea tan solo a través de sus efectos sobre las ideas. Locke en el *Ensayo*, es pertinente recordarlo, reconocía como facultad importante del entendimiento la capacidad de establecer relaciones entre *ideas*. El resultado de la relación era sin embargo *otra idea*, de naturaleza semejante a la de cualquier idea, que Locke no se ocupa por distinguir de manera especial (*Ensayo*, II, XXV). De todas formas, como dice Locke, todas las relaciones “terminan y se ocupan de esas ideas simples que recibimos a partir de las sensaciones o de las

reflexiones, las cuales pienso que son todo el material de nuestro conocimiento” (*Ensayo*, II, XXV, 9). La “*noción*” de Berkeley es, por el contrario, distinta e irreductible a las *ideas*. Apartándose de Locke en este punto, Berkeley nos está indicando que no sólo el conocimiento de los espíritus sino también el de las relaciones es radicalmente distinto del conocimiento sensible y es además irreductible a él.

La polémica de Berkeley contra la existencia de los objetos externos conlleva una consecuencia importante que examinaremos brevemente: el rechazo enfático a la idea de *materia* o *sustancia material* y la negación, que de allí resulta, de la diferencia entre cualidades primarias y secundarias. Es claro, en primer lugar, que Berkeley en ningún momento niega la existencia de los objetos percibidos. Les otorga sin embargo, como ya lo hemos señalado, una forma de existencia que depende enteramente de la mente que percibe. Los objetos existen como *ideas* en una mente. Lo que Berkeley niega, porque a sus ojos resulta incomprensible, “es que haya una sustancia *no pensante* que sirva de sustentáculo a la extensión, al movimiento y a las demás cualidades sensibles”. “Es cosa contradictoria y que de suyo repugna, agrega, el que estas cualidades existan o se apoyen en una sustancia incapaz de percibir [unperceiving substance]” (LXXVI). Si, por otra parte, se quisiera pensar la sustancia material como un sustentáculo imposible de conocer en sí mismo pero que sería sin embargo el soporte de cualidades también para nosotros desconocidas, habría que concluir que, siendo todo desconocido en ella, esa sustancia “no nos atañe en modo alguno”. A nada llevaría, en efecto, el discutir la existencia “de lo que no se sabe qué es ni por qué ha de ser” (LXXVII). Se trataría de una suposición ociosa.

El rechazo de la sustancia material es también, claro está, la negación del fundamento que permitía diferenciar las cualidades primarias de las secundarias. Para Berkeley, además, esas cualidades llamadas primarias como son la extensión, la figura, el movimiento, no pueden concebirse en la mente separadas de otras cualidades sensibles que se suelen considerar como secundarias. Al pensar que detrás de la palabra extensión o movimiento existe una *idea*, caemos nuevamente en el error ya suficientemente criticado de la *abstracción*. No es posible concebir una cualidad como es por ejemplo la extensión, repitá-

moslo una vez más, separada de un cuerpo que además posee color, textura, forma y muchas otras cualidades perceptibles.

El rechazo insistente de la sustancia material por parte de Berkeley encuentra probablemente su razón de fondo en la teología. En efecto el concepto de materia entraña un peligro: puede ser asumido como un fundamento explicativo del mundo que fácilmente se independiza de la voluntad del creador. Indirectamente así lo reconoce nuestro autor en un pasaje de los *Principios* en el cual de nuevo rechaza con vehemencia el prejuicio de “admitir un estúpido *algo* que carece de pensamiento y de sensibilidad [thoughtless somewhat], y cuya interposición viene a aislarnos de la providencia de Dios, al cual parece que se quiere alejar de la marcha de los acontecimientos del mundo” (LXXV).

### 2.3. DIOS, EL MUNDO NATURAL Y LA CIENCIA

A pesar de su consistencia, la concepción de Berkeley que exponíamos en el apartado anterior no está exenta de problemas. Posiblemente el mayor de ellos tiene que ver con el cúmulo de cuestiones que se enlazan alrededor de la *objetividad* del llamado mundo exterior. Si no existen los objetos externos y ningún contenido de la mente puede por lo tanto ser referido, privilegiándolo, a una materialidad exterior al ser pensante, ¿de dónde proviene esa convicción de objetividad —fundada seguramente en la estabilidad, la regularidad y el orden de las impresiones— que distingue algunas de nuestras *ideas*? Si ninguna materialidad exterior al hombre sustenta las impresiones de la mente, ¿de dónde provienen por una parte la estabilidad del mundo que todos a diario experimentamos y por otra el acuerdo que todos tenemos sobre los objetos y eventos del llamado mundo natural?

Es difícil pensar que la convicción de objetividad pueda provenir tan solo de la mente que la experimenta. Si así fuera caeríamos en un subjetivismo a ultranza que haría difícil explicar cómo los hombres pueden ponerse de acuerdo con relación a lo que se denomina mundo externo. Ahora bien, en la filosofía de Berkeley la única entidad exterior al hombre que podría dar cuenta de la convicción de objetividad que todos experimentamos con respecto a ciertas *ideas* no puede ser sino Dios. Entre

todas las *ideas* que poseemos algunas provienen manifiestamente de la reflexión o de la memoria y pueden ser evocadas o producidas a voluntad por nuestra propia mente. Otras por el contrario, provenientes de la sensación, escapan por completo al control de la voluntad; se imponen, como lo señalaba también Locke. Puesto que todas las *ideas* son contenidos pasivos, imposibilitados por su naturaleza misma para generar otras ideas, tiene que haber “otra voluntad o espíritu” que produzca en nosotros las ideas de la sensación (XXIX). Ese espíritu poderoso, “el autor de la naturaleza”, se encargará también de asegurar la estabilidad, la coherencia, el orden y la mayor energía que tienen para nosotros esas *ideas* (XXXIII).

El Dios de Berkeley, que no sólo es “el autor de la naturaleza” sino además un espíritu permanentemente activo, es pues la pieza clave del sistema sin la cual el orden del mundo natural se haría inexplicable. Dentro de la concepción de Berkeley, Dios actúa *directamente*, para producir las *ideas*, sobre la sensibilidad de cada hombre. Se elimina por lo tanto la mediación de sustancias o corpúsculos materiales que afectarían los sentidos y podrían eventualmente, como en el sistema de Locke, asegurar una explicación de la regularidad y el orden de la naturaleza. Por esta razón en el sistema de Berkeley la acción de la divinidad se hace imprescindible.

El concepto de naturaleza tiene, claro está, un lugar en el sistema de Berkeley. La naturaleza no debe entenderse sin embargo como un orden de objetos y de cambios que tiene su origen en una materialidad exterior al hombre. La naturaleza es para Berkeley la sucesión, siempre ordenada y estable, de las *ideas* de la sensación que mantiene su curso regular en la mente de los hombres por voluntad del Creador. Estas regularidades pueden ser pensadas por los hombres como *leyes de la naturaleza*. En palabras de Berkeley: “esas reglas fijas o métodos establecidos de los que depende nuestra mente y que despiertan las ideas de nuestros sentidos, se llaman leyes de la naturaleza: las aprendemos por la experiencia, que nos da a conocer que tales o cuales ideas van seguidas por tales o cuales otras, en el curso ordinario de las cosas” (XXX).

Para Berkeley las leyes de la naturaleza no expresan un *enlace necesario* entre fenómenos. Nada hay —por fuera de la sabiduría del Creador— en el fenómeno mismo que exija una determinada evolución en lugar de otra. Como dice Berkeley,

“si sabemos que el alimento nutre, que el sueño reposa..., y en general que para conseguir determinados fines hay ciertos medios conducentes a ellos, si sabemos todo esto, lo debemos *no al descubrimiento de una relación necesaria entre nuestras ideas*, sino únicamente a la *observación* de las leyes que la naturaleza tiene establecidas” (XXXI). La ley natural sólo expresa una regularidad de experiencia. De esta experiencia repetida innumerables veces emana la confianza que depositamos en la ley. Sin embargo, ésta no es pensada tampoco con un carácter absoluto de universalidad. La universalidad es siempre relativa a la experiencia que sustenta la formulación de la ley y tiene por único fundamento la voluntad del Creador. Se funda, como dice Berkeley, “en el supuesto de que el Autor de la naturaleza obra siempre de modo uniforme, observando invariablemente las reglas que nosotros tomamos como principios: reglas que nos es imposible conocer con toda evidencia” (CVII). La regularidad en la sucesión de las ideas sensibles que se expresa mediante las leyes de la naturaleza no debe pensarse por lo tanto como conexión necesaria ni tampoco como relación de *causa a efecto*. Dentro de los límites del pensamiento de Berkeley, los fenómenos no son sino *ideas* impresas en la sensibilidad y en consecuencia son siempre contenidos pasivos de una mente; resulta entonces absurdo pensar que una idea puede producir o ser causa o efecto de otra idea. Sólo los espíritus —entidades activas— pueden provocar o transformar las ideas en la mente. Como ya lo hemos dicho, Dios es la única causa eficiente de las ideas de la sensibilidad y de su sucesión regular y ordenada.

En lugar de pensar la conexión entre ideas sensibles como una relación causa-efecto, Berkeley propone considerarla como similar a la relación que existe entre el *signo* y la *cosa significada* (LXV). “El fuego que veo, nos dice, no es la causa del dolor que experimento al tocarlo con los dedos; es sólo una señal que me lo advierte” (LXV). Desarrollando esta idea podría pensarse —en analogía con lo que se da en el lenguaje donde podemos formar innumerables palabras usando sólo unas pocas letras combinadas de diversas maneras— que “un pequeño número de ideas primarias [original ideas] pueda significar *un número muy grande de efectos y acciones*” (LXV). Estas “ideas originarias”, agrupándose y combinándose según “*ciertas reglas* y con *un plan sabiamente preconcebido*”, conformarían *la estructura* de un sistema de fenómenos. Las reglas

y las leyes que conforman los sistemas teóricos de la ciencia permitirían conectar las ideas originarias, la estructura básica, con el abanico de fenómenos que la estructura permite interpretar. De esta manera podría entenderse la función sintética de la ciencia mediante la cual se busca conectar muchos fenómenos distintos según una sola estructura básica.

De acuerdo con las ideas que acabamos de expresar, la tarea de la ciencia no reside en la búsqueda de supuestas causas corpóreas sino en la investigación de los signos, es decir de las ideas originarias y de sus conexiones. Se trata ante todo de comprender “este lenguaje instituido por el Autor de la naturaleza” (LXVI). Pero, así como “es muy posible incurrir en impropiedades del lenguaje al escribir, siguiendo con demasiado rigor las reglas gramaticales”, de la misma manera en el estudio del lenguaje de la naturaleza puede incurrirse en el error de extender las leyes, por un exceso de rigor en su interpretación, más allá de su campo limitado de aplicación justa (CVIII). También, así como en la lectura de un texto la atención excesiva en la construcción gramatical puede dificultar o impedir la comprensión del sentido, de igual manera “al recorrer el gran libro de la naturaleza sería rebajar la dignidad de la mente humana el pretender reducir con exactitud minuciosa *todos los fenómenos a las leyes generales* o derivarlos como consecuencia de ellas. Hemos de buscar objetivos más elevados, como son: recrear y ennoblecer la mente con la contemplación de la belleza, orden, número y variedad de las cosas; de aquí elevarnos a considerar la grandeza, sabiduría y bondad del Creador; y por último, en cuanto de nosotros dependa, hacer que los seres todos nos lleven al fin para el que fueron creados, a saber, la gloria de Dios, el sustento y solaz de nosotros mismos y de las demás criaturas” (CIX). La ciencia debe buscar ante todo el sentido general, el orden global expresado en las leyes, sin dejarse entorpecer por las minucias de los efectos particulares. No sólo se pondrá así de presente la belleza del mundo natural sino que la mente podrá también elevarse en la consideración de la “grandeza, sabiduría y bondad del Creador”.

La comprensión que la ciencia aporta de “este lenguaje instituido por el Autor de la naturaleza” sólo puede redundar en un mayor beneficio para el hombre al permitirle organizar mejor sus acciones en el mundo. También sería para nosotros una fuente adicional de reconocimiento de la grandeza de Dios

si en lugar de interpretar erróneamente las regularidades en términos de “causas segundas” —es decir, en términos de una causalidad eficiente según la cual ciertas ideas, que se piensan como causas, ocasionan otras que serían consideradas como efectos— entendemos que esas regularidades son el fruto directo del “trabajo uniforme y constante que de modo tan evidente despliega la bondad y sabiduría de aquel supremo Espíritu cuya voluntad determina las leyes de la naturaleza” (XXXII). Más sabio que explicar los acontecimientos en términos de *causas eficientes* sería interpretarlos en términos de *causas finales* mostrando “los diversos fines” a los cuales los seres y los fenómenos están adaptados “y para los cuales fueron hechos desde un principio con admirable sabiduría” (CVII).

La concepción de la naturaleza y de la ciencia que hemos esbozado contribuye, a los ojos de Berkeley, a alejar el espectro del escepticismo en lo relativo al conocimiento del mundo natural. En efecto, la errónea suposición de una doble existencia de las cosas sensibles, es decir por una parte su existencia “inteligible o *in mente*” y por otra su existencia “real o pretermental”, es la “verdadera raíz de todo escepticismo” (LXXXVI). Si, como lo pensaba Locke, el conocimiento es *real* en tanto es conforme con la existencia de los objetos exteriores al hombre, nunca podremos tener certeza sobre la adecuación de nuestro conocimiento puesto que por principio la realidad externa escapa, como tal, a la percepción. El conocimiento humano no está en capacidad de salvar la brecha entre la “existencia mental” y la “existencia real” de los objetos; debe contentarse por lo tanto con aprehender tan solo apariencias. Sólo aboliendo el dualismo, descartando el concepto de conocimiento real, introducido por Locke en el *Ensayo* como adecuación entre la idea y su arquetipo, y concibiendo la actividad de conocer la naturaleza como una lectura de las regularidades en el flujo de las ideas sensibles, podremos pensar que nuestro conocimiento expresa exactamente lo que la naturaleza es: un orden impuesto por el “supremo espíritu” en las ideas sensibles de los hombres.

## 2.4. EL SIGNO Y LO UNIVERSAL EN LAS MATEMÁTICAS

La crítica de Berkeley a ciertos principios de la matemática se funda esencialmente en su posición de rechazo a la existencia

de las ideas abstractas. Berkeley reconoce desde luego la exactitud, el rigor y la claridad de las demostraciones matemáticas, “cosas que difícilmente se hallarán en ninguna otra rama del saber” (CXVIII). Sin embargo, a juicio de nuestro autor, los matemáticos en sus razonamientos se limitan sobre todo “a la consideración de la cantidad” (CXVIII), es decir al estudio de las operaciones con los números en la aritmética y de las relaciones que pueden establecerse en las figuras en la geometría. Se suele dejar de lado la investigación sobre “las máximas transcendentales” (CXVIII), es decir, sobre la filosofía de base que debe regular todas las ciencias, sobre el significado real de los signos y de los procedimientos demostrativos en la matemática. Berkeley considera que de allí pueden resultar errores de interpretación y de contenido de mayor alcance incluso que el objeto mismo de la disciplina (CXVIII).

En los *Principios de conocimiento humano*, Berkeley centrará su crítica sobre dos temas de la matemática de su tiempo: el significado de los números y las cifras en la aritmética y el problema de la divisibilidad al infinito de los segmentos en la geometría. Abordaremos en seguida por separado cada uno de estos dos temas.

El grave error de interpretación que suelen cometer los matemáticos en la aritmética es el de considerar que los objetos de esta ciencia, los números, son ideas o conceptos abstractos. El mismo Locke caía en este error al considerar que la *unidad* —a partir de la cual se forman por composición todos los demás números— era una *idea simple* impresa en la mente junto con cada una de las ideas de la sensación y de la reflexión (XIII). Existiría así en la mente la idea de unidad en abstracto, desligada de todo objeto específico. Berkeley niega, naturalmente, esta posibilidad. La unidad no puede existir en la mente como idea separada de los objetos concretos. Podemos tener la idea de un árbol o de un hombre pero no la del “uno” en abstracto. Lo mismo ocurre naturalmente con todos los demás números. La aritmética por lo tanto no es para Berkeley una disciplina especulativa de lo abstracto, como se cree con frecuencia, sino una ciencia “enteramente subordinada a lo práctico” (CXX), compuesta para ayudar a los hombres a operar concretamente sobre las cosas, a organizar sus actividades prácticas en el mundo.

Un paso decisivo en el desarrollo de la aritmética —disciplina que probablemente tuvo sus orígenes remotos cuando los hombres primitivos, para ayudar la memoria y facilitar el cálculo, se valieron de objetos para contar o bien de trazos, marcas o signos para representar las unidades— lo constituyó seguramente la introducción de una simbología que no sólo permitía representar en forma sintética las cantidades sino también realizar con facilidad operaciones sobre ellas (CXXI). Pero, ¿cómo deben interpretarse los signos que representan los números y las operaciones en la aritmética? ¿Deben acaso considerarse, siguiendo una interpretación frecuente, como objetos autónomos de una disciplina matemática, desligados de la base concreta de objetos sensibles y operaciones con las cosas que constituyeron su origen? Autonomizar en esta forma los signos implicaría, para Berkeley, caer nuevamente en los errores de la abstracción. Estudiar los números por sí solos sería “tan ocioso y desatinado” como gastar tiempo en controversias puramente verbales (CXXII). Para nuestro autor siempre existe una relación entre los signos aritméticos y las cosas. Aunque la aritmética se ocupa directamente de los signos, éstos deben tomarse en cuenta no por lo que son en sí mismos sino porque “sirven para dirigirnos con respecto a las cosas y disponerlas debidamente” (CXXII). La relación entre los signos y las cosas es similar a la que existe entre las palabras y los objetos sensibles. Así como una palabra representa no *una* idea abstracta inexistente sino *una gran cantidad* de ideas concretas semejantes, el signo aritmético de un número “no trae a nuestra mente ninguna *idea de cosa determinada*” (CXXII) pero representa muchos conjuntos de objetos que tienen justamente en común el número de sus elementos.

Pasemos ahora a la geometría. Nuevamente, como ya lo habíamos señalado, en este campo de las matemáticas las figuras geométricas que se usan en las demostraciones deben ser consideradas como signos que representan muchas otras figuras de la misma clase. Los triángulos o los círculos que dibujan en el papel para adelantar una demostración, toman la función de “ideas generales”, de signos, en la medida en que a lo largo del proceso demostrativo se apele sólo a sus rasgos definitorios dejando de lado las particularidades. Bajo esta interpretación Berkeley acepta la universalidad y la certeza de las proposiciones y demostraciones geométricas.

Con relación a la geometría, la crítica de Berkeley en los *Principios* apunta sobre todo a la divisibilidad al infinito de los segmentos de recta y a otros problemas similares que tienen que ver con el concepto matemático del continuo. La crítica se apoya en la concepción de nuestro autor sobre las *ideas* como representaciones sensibles particulares en la mente y en el consecuente rechazo a la existencia de las ideas abstractas. En esta crítica se dejan percibir con especial evidencia las limitaciones de esta concepción. “La *extensión* particular y *finita* que pueda ser objeto de nuestro pensamiento; nos dice Berkeley, es una *idea* que existe sólo en nuestra mente, y por consiguiente, *cada una de sus partes* (de dicha extensión) puede ser percibida. Por lo tanto, si no puedo percibir las innumerables partes de que consta, según se dice, la extensión finita que considero es indudable que no las contiene” (CXXIV). En un segmento pequeño sólo puedo percibir unas pocas partes y éstas serán las que actualmente lo dividen. Claro está que yo puedo considerar ese segmento particular como un signo que representa un segmento cualquiera, uno, por ejemplo, tan grande como el diámetro de la Tierra. Este último es naturalmente divisible en un número muchísimo mayor de partes. Por lo tanto, aunque no pueda percibir las y aunque, por ende, no existan actualmente en el segmento pequeño, yo puedo *pensar* que este segmento contiene el mismo número de partes que podría contener el diámetro de la Tierra (CXXV). Este tipo de operación, que, como lo hemos subrayado suficientemente, es para Berkeley la clave de la generalización en la matemática, difícilmente podría ser objetada. Sólo permite, sin embargo, pensar la divisibilidad de cualquier segmento en un número grande pero siempre finito de partes. La divisibilidad al infinito de un segmento finito, en cambio, debe ser considerada como una falacia. Para poder realizar una operación de esta clase sería necesario tener un segmento infinito y por lo tanto inexistente (CXXVIII). Aceptar como posible, a nivel de las *ideas*, la infinitud dentro de lo finito sólo puede conducir a contradicciones y paradojas insolubles (CXXIX, CXXX).

Podría decirse que las limitaciones evidentes del análisis de Berkeley sobre las matemáticas provienen sobre todo de dos rasgos centrales de su teoría. Por una parte la fidelidad rigurosa de Berkeley a la concepción de la *idea* realmente existente como contenido mental particular representable en la sensibilidad y

su consecuente rechazo a la posibilidad real de las ideas abstractas. Por otra parte el concepto pragmático de las matemáticas como disciplina que trabaja sobre *ideas* reales en el sentido anteriormente expuesto. Es cierto que Berkeley puede dar cuenta en forma lúcida de la universalidad de las proposiciones y demostraciones matemáticas por medio de su concepto de *signo*. Este concepto tiene sin embargo, en el sistema de Berkeley, una limitación: el signo sólo puede representar *ideas* que tengan la posibilidad de ser contenidos reales de la mente, en el sentido que Berkeley le da a estos términos. Es principalmente por esta razón que el concepto de signo se muestra insuficiente para comprender el problema de la divisibilidad al infinito que exponíamos más arriba. El segmento como signo nos permite comprender que un segmento corto puede entenderse como conteniendo un número muy grande de partes —más de las que podrían ser percibidas en esa porción de recta— pero no permite pensar que el segmento pueda dividirse en un número *infinito* de partes. Para Locke, recordémoslo, un segmento finito tampoco podía contener *actualmente* un número infinito de partes pero el proceso de división que se repite indefinidamente sí podía pensarse. La idea de la división indefinidamente repetida puede en últimas remitirse a ideas simples de la sensación y de la reflexión y esto es lo importante para Locke (*Ensayo*, II, XVII).

En un determinado momento, recordémoslo, Berkeley introduce en los *Principios* el concepto de noción para indicar contenidos mentales que no pueden reducirse a las *ideas* representables en la sensibilidad. De Dios, del alma, de la voluntad, pero también de las *relaciones*, no podemos tener *ideas* sino *nociones*. Con la *noción* Berkeley, por un momento, acepta la posibilidad de un conocimiento no sensible, irreductible incluso, como ya lo habíamos señalado, a la sensibilidad. Sorprende que en el análisis de una disciplina eminentemente relacional como la matemática, Berkeley se mantenga apegado únicamente a las *ideas* y no ponga en juego el nuevo concepto de *noción*. Esto sólo indica que, por lo menos en los *Principios*, este concepto es apenas un atisbo, importante pero fugaz, que no logra conmover los cimientos empiristas del sistema.

## 2.5. BERKELEY Y NEWTON

### a) *La crítica de Berkeley a la teoría newtoniana del movimiento*

La crítica de Berkeley a la teoría newtoniana del movimiento —desarrollada fundamentalmente en los *Principios* y en el *De Motu*— no apunta tanto a las leyes generales y a las proposiciones matemáticas de la mecánica de Newton sino a ciertos conceptos abstractos —conceptos como fuerza, espacio absoluto, tiempo absoluto, movimiento absoluto— que a los ojos de nuestro autor, oscurecen el significado de la teoría. No se trata por lo tanto de una crítica de conjunto sino más bien de una crítica puntual que toca, sin embargo, conceptos fundamentales de la mecánica. Probablemente Berkeley busca contribuir con su crítica a una posible “corrección” del sistema newtoniano que, manteniendo la estructura y los principios de la teoría, elimine o concrete ciertos conceptos abstractos. Cabría, desde luego, preguntar si una revisión de esos conceptos fundamentales no atenta de hecho contra la estructura del sistema en su conjunto. Newton convencido de la sólida coherencia lógica de su teoría, hubiese seguramente respondido afirmativamente esta pregunta.

Para Berkeley, tiempo y espacio, tomándolos en abstracto, separados de las circunstancias particulares y de las ideas que permiten distinguir un día de otro o un lugar de otro, son incomprensibles (XCVII). Por eso, según nuestro autor, las formulaciones sobre el tiempo y el espacio absolutos que trae Newton en un famoso *Escolio* de los *Principia* carecen de sentido<sup>2</sup>. Hablando específicamente del tiempo, Berkeley dice: “En cuanto a mí, debo decir que me veo perdido y envuelto en dificultades insolubles siempre que intento formarme un concepto de *tiempo*, abstrayéndolo de la sucesión de ideas que en mi mente fluyen de modo uniforme (uniformidad y sucesión que también se ve en los demás seres)” (XCVIII). Carecen de sentido también, por esta razón, problemas como el de la “divisibilidad hasta lo infinito” del tiempo en los cuales, por

---

2. Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Editora Nacional, Madrid, 1982. *Escolio*, p. 228.

medio de una abstracción, inaceptable, se intenta pensar el tiempo, por analogía con una línea recta, como el fluir de la duración en general (XCVIII). El tiempo no es nada "cuando se abstrae de la sucesión de ideas en la mente" (XCVIII) y por eso la duración "en un espíritu finito" debería estimarse por "el número de ideas o acciones que en tal espíritu se suceden" (XCVIII).

De la misma manera, la extensión queda reducida a nada si la abstraemos de *otras cualidades sensibles* que siempre la acompañan. El ser de la extensión no es tampoco, como lo piensa Newton, algo distinto del hecho de ser percibida (XCIX). Ese espacio absoluto, siempre similar a sí mismo, que no puede caer bajo la percepción de los sentidos pero que en los *Principia* se concibe sin embargo como algo real y exterior al hombre, no es para Berkeley sino una idea abstracta sin ninguna posibilidad de existencia en la mente. Si supusiésemos por un momento que todos los cuerpos sensibles se suprimiesen lo que quedaría no es, como lo quiere Newton, el espacio absoluto sino la nada. La idea del espacio absoluto no es en efecto sino la idea de la nada aunque los newtonianos quieran hacer de ese espacio algo indestructible (*De Motu*, 53, 54)\*. Es imposible para Berkeley que la mente pueda formarse una idea del espacio prescindiendo de todo cuerpo. Incluso en sus orígenes, la idea que tenemos del espacio proviene seguramente de la percepción de las partes de nuestro propio cuerpo con su configuración relativa y de la posibilidad que tenemos de mover nuestros miembros y de desplazar nuestro cuerpo (CXVI, *De Motu* 55).

Habiendo descartado como ideas abstractas los conceptos newtonianos de espacio y tiempo absolutos, queda sin piso también evidentemente la idea de movimiento absoluto: "... mi opinión es, dice Berkeley, que no puede existir el movimiento si no es *relativo*. Para concebir el movimiento se precisa que haya por lo menos dos cuerpos cuyas distancias o posiciones relativas experimenten variación. Por lo tanto si sólo existiera un cuerpo, no sería posible que se moviera" (CXII). El movimien-

---

\* Los números en el paréntesis se refieren a los párrafos del *De Motu*. Las referencias a esta obra son de la edición de David M. Armstrong, *Berkeley's Philosophical Writings*, Collier Books, London, 1969. La traducción de las citas es nuestra.

to, en efecto, no puede determinarse —y por lo tanto no puede existir como *idea* en la mente— sino en relación con objetos sensibles con respecto a los cuales las distancias del cuerpo en movimiento varían (CXIII, *De Motu* 58, 59). Estas variaciones de distancias y direcciones relativas constituyen los únicos elementos perceptibles que corresponden propiamente al movimiento y forman por ello el aspecto esencial de esta *idea*.

De acuerdo con lo que acabamos de exponer, en sana lógica no podríamos decir, al observar por ejemplo los cambios de distancia entre dos cuerpos, que es *uno* de los dos objetos el que se encuentra en movimiento. Deberíamos más bien reconocer la existencia de un *movimiento relativo de cualquiera* de los dos cuerpos con respecto al otro. Tal reconocimiento chocaría, en primer lugar, con los dictados del sentido común. En efecto como lo señala Berkeley, “¿quién podrá decir que, al percibir su movimiento cuando va andando por la calle, *se mueven* también las piedras sobre las que pasa, por ir cambiando la distancia de su pie en ellas?” (CXIII). Si el sentido común rechaza la última afirmación sobre el movimiento de las piedras, también debe rechazarlo el filósofo puesto que en asuntos como el del movimiento, que versan sobre ideas sensibles que se relacionan con el curso ordinario de la vida, “parece natural que toda persona de sentido común haya de tener de él un conocimiento tan claro como el del mejor filósofo” (CXII). En segundo lugar, esta afirmación sobre el movimiento de las piedras también choca con los principios de la física de Newton. En efecto de acuerdo con la segunda ley de movimiento, aunque la distancia entre dos cuerpos esté variando, *el cambio verdadero* de movimiento debe atribuirse sólo al cuerpo sobre el cual actúa la fuerza externa. En el caso del peatón que ve cambiar la distancia de su pie a las piedras del camino debe decirse que es el peatón, y no las piedras, el que ejerce y recibe la fuerza y por lo tanto el movimiento *verdadero* debe atribuirse sólo a él.

Las consideraciones que acabamos de hacer obligan a Berkeley a echar pie atrás en la posición radicalmente relativista que esbozaba en un comienzo. Si bien los cambios de distancia constituyen el único elemento pertinente *perceptible* —ya que ni siquiera la fuerza lo es, como veremos más adelante— debemos, sin embargo, adoptar un *doble criterio* para decidir si un cuerpo realmente se mueve: “*primero*, que cambie su situación o distancia con respecto a cualquier otro cuerpo; y *segundo*, que

sobre él se aplique la fuerza o acción que determine semejante cambio" (CXV). Berkeley se da cuenta de que está por así decirlo, atrapado en una contradicción lógica. Por esta razón trata en seguida de matizar los criterios que acaba de exponer: "Concedo de buen grado, admite, que se diga que un cuerpo se mueve cuando vemos cambiar su distancia a otro, *aun cuando a aquél no se aplique fuerza ninguna...*; pero es que en tal caso *imaginamos*, impresa o aplicada al cuerpo que decimos se mueve, la fuerza que determina el cambio de las distancias... pero con eso no se puede probar que están en movimiento, *en la propia acepción de la palabra*, por el mero hecho de que cambie su distancia a otro..." (CXV).

La contradicción entre una posición claramente relativista con relación al movimiento y los dictados de la dinámica newtoniana también se hace palpable cuando Berkeley considera el movimiento de un solo cuerpo. Después de haber afirmado que "para concebir el movimiento se precisa que haya por lo menos dos cuerpos cuyas distancias o posiciones relativas experimenten variación" y que "por lo tanto, si sólo existiera un cuerpo, no sería posible que se moviera" (CXII), los argumentos dinámicos de Newton, según los cuales incluso un solo cuerpo en el espacio vacío sobre el cual actúa una fuerza debería tener un movimiento verdadero con aceleración, hacen vacilar a Berkeley. "Afirman algunos, nos dice, que en él [en un cuerpo único en el espacio vacío] caben toda suerte de movimientos, aún sin variar su situación o distancia a otros cuerpos; esto no lo negaré, si con ello se quiere significar que en aquél puede haber impresa una fuerza *capaz de producir ciertos movimientos de intensidad determinada ante la mera creación de otros cuerpos*" (CXV). Berkeley acaba pues concediéndole algún significado —así éste sea limitado— al movimiento de un solo cuerpo en un espacio vacío.

Las contradicciones en las que se debate Berkeley con relación a la concepción del movimiento —contradicciones que por lo demás son similares a las que tuvieron que afrontar otros "relativistas" contemporáneos de Newton como Leibniz y Huygens— constituyen un indicio de la solidez y coherencia del sistema newtoniano. No es fácil —ni siquiera posible sin llevar a cabo profundas modificaciones conceptuales como se mostró en el presente siglo con la teoría de la relatividad— eliminar los conceptos de espacio, tiempo y movimiento absolutos preten-

diendo mantener sin embargo la segunda ley de la dinámica. La crítica, ciertamente lúcida, de Berkeley a los absolutos newtonianos —al igual que las de Leibniz y Huygens— se estrellará finalmente contra los argumentos dinámicos de los *Principia*.

Las contradicciones en las que incurre Berkeley al abordar la crítica del movimiento también se manifiestan en el tratamiento que nuestro autor le da al concepto de *fuerza*. Como acabamos de verlo en los argumentos precedentes, Berkeley admite en ellos el concepto newtoniano de la *fuerza* que actúa externamente sobre un cuerpo. Sin embargo, desde el punto de vista de su sistema filosófico, este es, por varias razones, un concepto problemático. En primer lugar, debería ser calificado, él también, como una *idea abstracta* puesto que no podemos tener de la fuerza ninguna representación sensible en la mente. Como lo reconoce el mismo Berkeley (*De Motu*, 10), únicamente percibimos lo que serían —o mejor, lo que suponemos que son— *los efectos* de la fuerza en los cambios del movimiento. De hecho en el *De Motu* (publicado en 1721) Berkeley se muestra receloso en extremo con relación al uso de términos como fuerza o gravedad. Cuando se le atribuye el término fuerza a los cuerpos, entendiendo la fuerza como una capacidad o una cualidad de éstos mediante la cual pueden ejercer una acción sobre otros cuerpos, debe reconocerse que se trata de una “cualidad oculta”, distinta de las cualidades sensibles (*De Motu*, 5). Para Berkeley es en realidad una cualidad inexistente. Toda fuerza se hace conocida y se mide a través de la acción, pero “no podemos separar la acción de un cuerpo de su movimiento” (*De Motu*, 11). Enormes confusiones y polémicas interminables entre filósofos resultan cuando se intenta efectuar esta separación (*De Motu*, 15). Berkeley reconoce que “fuerza, gravedad, atracción y términos de este estilo son útiles en razonamientos y cálculos sobre el movimiento y los cuerpos en movimiento, pero no para entender la naturaleza simple del movimiento mismo o para indicar sus múltiples cualidades distintas” (*De Motu*, 67). De hecho, “es claro que la fuerza no es una cosa cierta y determinada”. Se trata más bien de una “hipótesis matemática” que no tiene por lo tanto una “esencia estable en la naturaleza de las cosas; y depende de la noción del que la define” (*De Motu*, 67).

En este análisis de los aspectos problemáticos del concepto de fuerza en la filosofía de Berkeley, es menester recordár, en segundo lugar, que las *ideas* —y los cuerpos no son sino *ideas*— son inactivas. Es por lo tanto absurdo pensar que un cuerpo pueda ejercer una acción, esto es una fuerza, sobre otro cuerpo. De la gravitación, por ejemplo, que muchos piensan como una acción mutua que se ejerce entre los cuerpos, de hecho no podemos observar sino *sus efectos* en los movimientos. En rigor por lo tanto la acción gravitacional no debe considerarse como una causa sino como un efecto (CIII). Es cierto que el concepto de atracción gravitacional permite, en los *Principia* de Newton, considerar unificadamente varios fenómenos de distinta índole —la caída de los cuerpos en la Tierra, el movimiento de los planetas y la atracción de los océanos por la Luna para producir las mareas, por ejemplo— pero lo que esto refleja no es la acción de alguna *causa eficiente*, que entre otras cosas no podría ser sino la “voluntad de un espíritu”, sino “una comprensión más extensa” que permite descubrir “en la obra de la naturaleza y en los fenómenos particulares ciertas analogías, armonías, o congruencias” que se expresan en “reglas generales” (CV). En la filosofía de Berkeley la atracción gravitacional, y en general la fuerza, no puede ser pensada como una causa eficiente real. Debe ser considerada más bien, como lo propone el autor en el *De Motu*, como un concepto matemático que no está exento de arbitrariedad al depender en fin de cuentas de la “noción del que la define [la fuerza]” (*De Motu*, 67).

b) *Causalidad eficiente, necesidad natural y explicación científica*

El rechazo de Berkeley a toda forma de causalidad eficiente *entre ideas* —y en particular la negación de la *fuerza* como causa eficiente— nos conduce a la pregunta por la concepción de nuestro autor sobre la necesidad natural. Nos interesa en particular contrastar esta concepción con la que Newton tenía sobre el mismo problema.

Como lo señalamos en el numeral III de este capítulo, en el sistema de Berkeley no podría hablarse propiamente de la existencia de una *necesidad natural* para los fenómenos. Lo que encontramos es solamente una regularidad y un orden, asegu-

rados en últimas por la voluntad del Creador y que carecen, por lo tanto, de una necesidad intrínseca. Es un error frecuente entre los filósofos el de pensar, como dice Berkeley, “que cada cosa encierra dentro de sí misma la razón de sus propiedades; o bien, que en cada objeto hay una esencia íntima, que es la fuente de la que dimanen sus cualidades externas y de la que dependen” (XII). La estabilidad, la objetividad, la regularidad de las ideas sensibles no tienen más razón que la voluntad de un espíritu eterno y la tarea de la ciencia no es la de buscar causas donde no puede haberlas sino la de expresar simplemente, la de describir, si se quiere, las regularidades. Las leyes de la naturaleza, que Berkeley acepta como conocimiento válido y útil, constituyen únicamente una expresión en el lenguaje de ese orden. Correlativamente, es la existencia de un orden y una estabilidad en algunas de nuestras *ideas* y la posibilidad de pensarlas por lo tanto como regidas por leyes, lo que le da una objetividad y una mayor “realidad” a esas *ideas*. Es lo que hace que ellas conformen un mundo natural.

Dentro de la concepción que hemos esbozado, ¿cuál sería el significado de *explicar* un fenómeno o un hecho? Para Berkeley, claramente, explicar no significa buscar una conexión entre una causa y un efecto o entre un fundamento y una consecuencia. Explicar es más bien mostrar que el fenómeno o el hecho en cuestión encaja en las regularidades previamente reconocidas y aceptadas. En otras palabras explicar significa mostrar que el fenómeno concuerda con el orden descrito por la ley. En una carta a Johnson, del 25 de noviembre de 1729, Berkeley expresa así su posición con respecto a la explicación científica y su interpretación general sobre la filosofía de Newton:

“El verdadero uso y fin de la filosofía natural es *explicar los fenómenos* de la naturaleza, lo cual se realiza descubriendo las leyes de la naturaleza y reduciendo a ellas las apariencias particulares. Este es el método de Sir Isaac Newton y este método o diseño no es en lo más mínimo inconsistente con los principios que yo establezco. Esta filosofía mecánica no asigna o supone causa natural eficiente en un sentido propio y estricto, tampoco concierne, en cuanto a su uso, a la materia; ni tampoco la materia

está conectada con ella; ni se infiere de ella la existencia de la materia”<sup>3</sup>.

Con los *Principia* de Newton, es cierto, tal vez por primera vez en la historia de la física se impone con fuerza un modelo de teoría científica como sistema articulado de conceptos, principios y leyes matemáticas que permiten dar cuenta de la génesis y de la evolución temporal, instante por instante, de un dominio de fenómenos naturales. Dentro de este modelo el tipo de explicación que se busca ya no es aquella que remite un efecto a sus causas sino la que hace compatible la evolución de un fenómeno particular con las leyes generales.

No le faltan, por lo tanto, razones a Berkeley para pensar que “el método de Sir Isaac Newton” corrobora su propia concepción de explicación científica. Hay sin embargo diferencias de fondo. En primer lugar, para Newton la ley matemática no se reduce a la simple descripción de una regularidad natural. Como ya lo hemos señalado repetidamente, para Newton las leyes captan conexiones profundas entre los fenómenos y expresan una necesidad intrínseca a la naturaleza misma. Además —y Berkeley no parece suficientemente consciente de este hecho en los *Principios*, aunque en el *De Motu* la posición a este respecto cambia (*De Motu*, 36)— la mecánica de Newton no es un simple conjunto de leyes descriptivas. Es un *sistema* y como tal en él se da una jerarquía que privilegia ciertos principios como fundamento de otras leyes subordinadas. Para Newton estos fundamentos no lo son sólo del sistema matemático sino que de alguna manera lo son también de la realidad que el sistema reconstruye y explica.

En segundo lugar, las leyes matemáticas de los *Principia* —incluso leyes como la de la gravitación universal que para su autor era prácticamente una verdad absoluta— no agotan para el gran hombre de ciencia inglés *toda* la explicación. Expresan tan solo una necesidad que hemos denominado “matemática”. Detrás de ella —incluso como fundamento de ella— debería buscarse una necesidad física o mecánica que puede pensarse, esta sí, como fundamentada en la conexión causa-efecto. Para

---

3. George Berkeley, *Berkeley's Philosophical Writing*, Ed. David M. Armstrong, Collier Books, 1969, p. 234.

Newton incluso las fuerzas, que tienen a nivel del sistema una expresión matemática, son también entidades reales. Son acciones que se ejercen realmente sobre los cuerpos modificando su estado de movimiento y cuya naturaleza física —o metafísica— habría que buscar.

### c) *Dios y el mundo*

En lo que hace referencia a la concepción sobre las relaciones entre Dios y el mundo natural es posible encontrar puntos de acuerdo importantes entre Berkeley y Newton. Estas concordancias seguramente tienen como trasfondo una concepción religiosa común —propia de las sectas puritanas de la Inglaterra del siglo XVII— que, como lo anotábamos en el capítulo anterior, valora las actividades materiales de utilidad común y el progreso en el conocimiento del mundo como formas de alabar al Creador y de asegurar la propia salvación.

Tanto para Berkeley como para Newton la ciencia suministra “notables argumentos para ilustrar y probar la sabiduría, la bondad y el poder de Dios” (*De Motu*, 34) y para elevar el alma al reconocimiento de su grandeza. Pero mientras que para Berkeley el *conocimiento mismo* de la grandeza y bondad del Creador es asunto exclusivo de la “primera filosofía o metafísica” y de la teología (*De Motu*, 34), ya que la ciencia natural tan solo describe las regularidades que Dios impone según su sabia voluntad en las ideas sensibles de los hombres, para Newton el ejercicio de las ciencias, que revelan la necesidad impresa en el mundo por la acción permanente y directa de Dios, puede contribuir no sólo a su mejor conocimiento sino también al de nuestros deberes para con El.

Para Berkeley las *ideas son entidades pasivas* (*De Motu*, 22). Carece de sentido por lo tanto pensar que una idea pueda ejercer una acción sobre otra idea. Sólo el espíritu —ya sea el espíritu finito de los hombres o el espíritu eterno del Creador— puede suscitar ideas en la mente, cambiarlas o transformarlas. Paralelamente, para Newton la *materia es inactiva*, incapaz por lo tanto de cambiar de estado por sí misma. No puede pensarse —aunque los principios matemáticos de la mecánica admitan esa interpretación— que un objeto pueda, sin la intervención de algún principio no material, ejercer una fuerza o una acción

sobre otro objeto. La gravitación universal no es para Newton el producto de una "cualidad oculta" mediante la cual un cuerpo proyectaría *a distancia* una acción sobre otro, sino que es más bien una expresión constante y regular de la acción divina.

El Dios de Newton no es solamente, recordémoslo, el creador de un mundo armónico abandonado a la dinámica que le imponen sus propias leyes. Por el contrario, para asegurar la continua armonía de la creación, Dios debe ejercer un gobierno y una acción permanente sobre el mundo. De ahí que el estudio de la naturaleza pueda ayudarnos a conocer esas formas de acción del Creador. Traduciéndola al lenguaje de su sistema, Berkeley podría también compartir los aspectos sobresalientes de esta concepción. El Dios de Berkeley también es un espíritu eterno permanente activo. Claro que no actúa propiamente sobre "el mundo", concebido como entidad externa al hombre, sino sobre los espíritus finitos de los hombres produciendo en particular las *ideas* sensibles que conforman la naturaleza. Para provecho del género humano este Dios se preocupa además por suscitar las ideas sobre los entes físicos según reglas bien definidas y constantes que los hombres a través de la experiencia pueden descubrir.

### Capítulo III

## EL PROBLEMA DEL CONOCIMIENTO EN LA FILOSOFIA DE DAVID HUME

Para entender los propósitos que orientan el pensamiento de Hume en el *Tratado de la naturaleza humana* podríamos comenzar citando un texto de la "Introducción" del autor a la obra:

"Es evidente que todas las ciencias se relacionan en mayor o menor grado con la naturaleza humana y que aunque algunas parezcan desenvolverse a gran distancia de ésta regresan finalmente a ella por una u otra vía. Incluso las matemáticas, la filosofía natural y la religión natural dependen de algún modo de la ciencia del HOMBRE, pues están bajo la comprensión de los hombres y son juzgadas según las capacidades y facultades de éstos. Es imposible predecir qué cambios y progresos podríamos hacer en las ciencias si conociéramos por entero la extensión y fuerzas del entendimiento humano, y si pudiéramos explicar la naturaleza de las ideas que empleamos, así como de las operaciones que realizamos al argumentar... no somos tan solo seres que razonamos, sino también uno de los objetos sobre los que razonamos". (Int., 79-80)\*

---

\* Las citas del *Tratado de la naturaleza humana* en este capítulo serán de la Introducción y del Libro I ("Del entendimiento"). Designaremos entre paréntesis la *parte*, la *sección* y la *página* de la edición de Félix Duque, Ediciones Orbis S.A., Barcelona, 1984. Así por ejemplo, (III, VI, 195) significa: parte III (del primer libro), sección VI, página 195.

Como lo sugiere este texto, Hume se propone componer una ciencia de la *naturaleza humana* que, al posibilitar una comprensión de la *extensión* y del *poder* del entendimiento en diferentes campos del conocer, sea también “la única fundamentación sólida de todas las demás” (Int., 81). Recordemos que también Locke, sin pretender como Hume desarrollar una ciencia unitaria de las distintas facetas que componen la naturaleza humana y basándose tan solo en un esquema sobre las funciones cognitivas de la mente, se proponía en el *Ensayo* investigar los verdaderos alcances del conocimiento. Pero la intención de Locke era más de crítica que de fundamentación. Se trataba ante todo de determinar en qué campo del saber la mente humana podía alcanzar un conocimiento universal dotado de certeza. Hume quiere ir más lejos<sup>1</sup>. No se propone solamente escudriñar y criticar la *necesidad* que los hombres de ciencia le atribuyen a los resultados de sus disciplinas. Desea principalmente investigar las razones que explican la *creencia* de la mente humana en esa necesidad. ¿Por qué los hombres, preguntaría Hume, no pueden dejar de pensar los acontecimientos del mundo natural según la relación causa-efecto a pesar de que el entendimiento no encuentra fundamentación alguna para la conexión que liga, en el mundo material, una causa a su correspondiente efecto? El fundamento de la necesidad natural —esta es la conclusión revolucionaria que sugiere la pregunta que acabamos de formular— no reside en el mundo natural sino en el hombre mismo. Es por lo tanto a una ciencia de la *naturaleza humana* a la que corresponde encontrar ese

---

1. De todas maneras no hay que olvidar que un interés crítico similar al de Locke estimula también el trabajo de Hume. En la *Investigación sobre el conocimiento humano* se expresa así esa intención: “Aquí en efecto, se halla la más justa y verosímil objeción a una considerable parte de la metafísica: que no es propiamente una ciencia, sino que surge, bien de los esfuerzos estériles de la vanidad humana, que quiere penetrar en temas que son totalmente inaccesibles para el entendimiento...” (Sec. 1, p. 25). Más adelante se lee: “La única manera de liberar inmediatamente el saber de estas abstrusas cuestiones es investigar seriamente la naturaleza del entendimiento humano y mostrar por medio de un análisis exacto de sus poderes y capacidades que de ninguna manera está preparado para temas tan remotos y abstractos” (Sec. 1, p. 26). Las citas de la *Investigación sobre el conocimiento humano* son de la edición de Jaime de Salas, Alianza Editorial, Madrid, 1983.

fundamento y en ese sentido, como dice Hume, servir también como “única fundamentación sólida” de las demás ciencias.

Cabría sin embargo preguntar sobre qué bases debería fundamentarse a su vez esa *ciencia del hombre*. Es claro que las demás ciencias, carentes ellas mismas de fundamento sólido, mal podrían contribuir en ese empeño. Según Hume, “la única fundamentación sólida que podemos dar a esta misma ciencia [la ciencia del hombre] deberá estar en la experiencia y la observación” (Int., 18). Tendremos que recurrir, nos dice el autor del *Tratado* en un texto de la “introducción” que recuerda las reflexiones de Newton sobre método, a “experimentos cuidadosos y exactos” y a la “observación de los efectos particulares” que resultan de las distintas circunstancias y situaciones que confronta la naturaleza humana. Además, “aunque debemos esforzarnos por hacer nuestros principios tan generales como sea posible, planificando nuestros experimentos hasta el último extremo y explicando todos los efectos a partir del menor número posible de causas —y de las más simples— es con todo cierto que no podemos ir más allá de la experiencia” (Int., 83). Por esta razón, tal como Newton rechazaba las *hipótesis* carentes de base que se proponían para explicar mecánicamente los efectos, también aquí, en esta ciencia del hombre, “toda hipótesis que pretenda descubrir las últimas cualidades originarias de la naturaleza humana deberá rechazarse desde el principio como presuntuosa y quimérica” (Int., 83)<sup>2</sup>.

---

2. Recordemos cómo Newton en sus formulaciones sobre método (método de análisis y síntesis, por ejemplo) sostiene que los principios teóricos deben ser encontrados —incluso “deducidos”— de las observaciones y los experimentos. Simples “hipótesis” que carecen de esta base deben ser rechazadas. También Newton en las dos primeras “reglas para filosofar”, en el libro III de los *Principia*, señala cómo en la filosofía natural no deben ser admitidas más causas que “las verdaderas y suficientes para explicar los fenómenos” y cómo a los mismos efectos deben asignarse “tanto como sea posible” las mismas causas. La influencia del programa newtoniano sobre el autor del *Tratado* también puede apreciarse en el siguiente texto de la *Investigación*: “Durante largo tiempo los astrónomos se habían contentado con demostrar, a partir de fenómenos, los movimientos, el orden y la magnitud verdaderos de los cuerpos celestiales, hasta que surgió por fin un filósofo que, con los más felices razonamientos, parece haber determinado también las leyes y fuerzas por las que son gobernadas y dirigidas las revoluciones de los planetas. Lo mismo se ha conseguido con otras partes de la naturaleza. Y no hay motivo alguno para

### 3.1. IMPRESIONES, IDEAS E IDEAS GENERALES

Para Hume, tanto como para Locke, todo contenido mental —y por lo tanto todo conocimiento— proviene de la experiencia. Sin embargo, a diferencia de Locke, Hume admite “dós géneros” distintos de “pércepciones” o contenidos mentales: las *impresiones* y las *ideas*. Estos dos géneros se diferencian en los “grados de fuerza y vivacidad con que inciden sobre la mente y se abren camino en nuestro pensamiento o conciencia” (I, I, 87). Las percepciones que penetran con mayor violencia en la mente, ya sea por el sentido externo (sensación) o interno (reflexión), son las impresiones. Las ideas son más bien “imágenes débiles” de éstas en el pensamiento o en la imaginación. Al introducir esta distinción entre los contenidos de la mente, Hume —refinando el esquema de Locke— apunta a diferenciar dos niveles de la actividad mental: el nivel perceptual de lo que nos es simplemente dado y el nivel más activo de la memoria, de la imaginación, del pensamiento.

Hume intenta pensar la relación existente entre impresiones e ideas como una relación de semejanza aunque nos advierte que, para el caso de las *impresiones e ideas complejas*, “no es universalmente verdadera la regla de que éstas [las ideas] son copias exactas de aquéllas” (I, I, 89). La imaginación, en efecto, puede a voluntad formar ideas complejas a las que no corresponde ninguna impresión y también muchos detalles de las impresiones complejas pueden perderse en las ideas debilitadas de la memoria. Sin embargo, para las *ideas simples*, la regla que le hace corresponder a cada impresión una idea “se mantiene sin excepción”. Aún más, existe para Hume una relación de causalidad entre *impresiones e ideas simples*. Todas las ideas simples, por lo menos en su primera aparición, se derivan de impresiones simples “a las que corresponden y representan exactamente” (I, I, 91). Aunque con algunas limitaciones y reservas, debe admitirse en general este “principio de prioridad” de las impresiones con respecto a las ideas. Este principio debería permitir, entre otras cosas, una formulación tal vez más

---

perder la esperanza de un éxito semejante en nuestras investigaciones acerca de los poderes mentales y su estructura, si se desarrollan con capacidad y prudencia semejantes” (Sec. 1, pp. 29-30).

adecuada de la álgida polémica —librada principalmente por Locke— contra las *ideas innatas*. En efecto, según Hume, los argumentos de peso en contra de las ideas innatas, podrían reducirse esencialmente a mostrar cómo todas las ideas en la mente “son precedidas por otras impresiones más vívidas de las cuales se derivan y a las que representan” (I, I, 94).

Ahora bien, la mente —o más exactamente la imaginación— puede, como ya lo había señalado Locke, componer *asociar* ideas simples para formar ideas complejas. Pero mientras que Locke enfatizaba el carácter voluntario, incluso arbitrario, de estos procesos de composición, para Hume la asociación de ideas debe regularse según ciertos “principios universales” (I, IV, 98). De lo contrario resultaría imposible entender regularidades evidentes en muchos procesos de asociación. La misma unión constante y regular de ciertas ideas simples para formar ideas complejas de objetos resultaría problemática. Sin embargo tampoco debe pensarse que estos principios universales constriñen totalmente la imaginación que sigue siendo “la más libre” de las facultades humanas. Los principios deben comprenderse más bien como “fuerzas suaves” o dóciles que normalmente prevalecen en los procesos de asociación pero no alcanzan a cortar la posibilidad siempre presente del vuelo voluntario y libre de la imaginación. Estos principios de “unión o cohesión” entre las ideas simples, que constituyen “una especie de atracción” que podría tener “en el mundo mental efectos tan extraordinarios como en el natural” (I, IV, 101), son la  *semejanza*  entre ideas, la *contigüidad* de éstas en tiempo o lugar y la *conexión causa-efecto* entre ellas (I, IV, 98). Sobre las causas de estos principios de asociación nada sabemos y es prudente no aventurar hipótesis al respecto. “Nada le es más necesario al filósofo de verdad que el refrenar los inmoderados deseos de buscar las causas” (I, IV, 101). De momento es mejor considerar esos principios como “cualidades *originarias* de la naturaleza humana” (I, IV, 101)<sup>3</sup>.

---

3. En este pasaje del *Tratado* (I, IV) vale la pena recalcar nuevamente la aproximación entre las recomendaciones metodológicas de Hume y las de Newton: abstenerse de *inventar* “hipótesis” o “causas”; considerar más bien las premisas generales sugeridas por la experiencia como “axiomas”, “principios” o “cualidades originarias” de la naturaleza que pueden servir de fundamento a un sistema aunque el filósofo sea consciente de que en estos principios puede no

Los procesos de asociación hasta ahora establecidos nos permiten conectar y componer ideas pero no nos permiten salir de lo particular. Combinamos ideas particulares para conformar otras ideas, ellas también particulares; ¿cómo pueden entonces pensarse los procesos de razonamiento universal? Retomando la concepción de Berkeley al respecto, la cual para Hume es “uno de los mayores y más valiosos descubrimientos de los últimos años en la república de las letras” (I, VII, 106), nuestro autor negará también la posibilidad de las ideas abstractas como contenidos actuales de la mente pero sin que ello implique la imposibilidad de procesos de razonamiento con carácter de universalidad. La argumentación de Hume precisa y enriquece notablemente la concepción de Berkeley. En primer lugar, siguiendo a Berkeley pero desarrollando con mayor precisión la argumentación, Hume mostrará cómo es “totalmente imposible concebir una cantidad o cualidad sin hacerse una noción precisa de su grado” (I, VII, 107). En segundo lugar, introduciendo elementos nuevos que Berkeley no contemplaba en los *Principios*, intentará explicarnos cómo a pesar de la capacidad finita de la mente, ésta puede de todas maneras, aunque imperfectamente, formarse “una noción de todos los grados posibles de cantidad y cualidad” (I, VII, 107) para los efectos de la reflexión y de la conversación. Destacaremos en seguida los aspectos principales de la argumentación desarrollada en el *Tratado*.

Hume parte, para demostrar el primero de los enunciados que consignamos más arriba, del siguiente principio que se supone de experiencia: “todo objeto diferente es distinguible y... todo objeto distinguible es separable por el pensamiento y la imaginación” (I, VII, 107). La inversa de este principio, es decir que todo objeto separable es a su vez distinguible y si es distinguible es diferente, también es válida. Así, dos ideas —o sea, en el sentido que le da el empirismo a esta palabra, dos contenidos mentales— que no puedan ser distinguidas por el pensamiento o la imaginación serán necesariamente *la misma idea*. Las

---

agotarse el fenómeno ni tampoco su explicación. Como dice Hume más adelante: “Es imposible explicar las causas últimas de nuestras acciones mentales. Nos basta con poder dar cuenta satisfactoria de ellas gracias a la experiencia y a la analogía” (I, VII, 113).

“ideas platónicas”, las “esencias indistinguibles”, las “cualidades ocultas”, las “formas baconianas” que en una larga tradición de pensamiento jugaban el papel de principios explicativos subyacentes a los cuerpos o a los fenómenos pero inaccesibles a la percepción, tendrán que ser abandonadas. Las “esencias” no son nada por fuera de las cualidades perceptibles que supuestamente intentaban explicar. Este importante principio implica por lo tanto que no puede haber desdoblamientos de lo real en “apariencias” visibles y “esencias” invisibles. Esta implicación que podría tomarse a nuestro entender como característica de la posición empirista, no es sin embargo la que le interesa desarrollar a Hume con relación a las ideas abstractas. El principio enunciado anteriormente se usará más bien como un criterio para mostrar cómo de una idea determinada no es posible separar ciertas características particulares, indistinguibles de la idea misma, para formar en la mente una idea abstracta. En palabras de Hume, habrá que examinar a la luz de nuestro principio “si todas las circunstancias de que abstraemos en nuestras ideas generales son en cuanto tales, distinguibles y diferentes de las que retenemos como partes esenciales de esas ideas” (I, VII, 108). Así, por ejemplo, la “longitud precisa de una línea no es diferente ni distinguible de la línea misma, como tampoco el grado preciso de una cualidad lo es de esa cualidad” (I, VII, 108). Los grados precisos de las cantidades y cualidades no son separables de la idea misma y no es posible por lo tanto formar una idea haciendo abstracción de esos grados. En palabras de Hume: “... ningún objeto puede aparecer a los sentidos, o, en otras palabras,... ninguna impresión puede hacerse presente a la mente, sin estar determinada en sus grados de cantidad y cualidad” (I, VII, 108). Este hecho válido para las impresiones también lo es para las ideas.

Para demostrar esta imposibilidad de la mente para componer ideas que no posean al mismo tiempo grados precisos de cantidad y cualidad, Hume empleará también un argumento algo distinto. “Formar la idea de un objeto y formar una idea simplemente es, sin más, la misma cosa, pues la referencia de la idea a un objeto es una denominación extrínseca, de que no hay nota ni señal en la idea misma” (I, VII, 109). Contrariamente a lo que pensaba Locke, la existencia no es una impresión, ni tampoco una idea simple. Nada hay *intrínsecamente* en la idea que nos formamos de un objeto que pueda indicar algo sobre la

existencia de éste. Ahora bien, como es evidente que todo objeto, que “toda cosa de la naturaleza” es individual y posee determinaciones precisas de cantidad y cualidad será imposible formar una idea que no se halle igualmente “confinada y limitada” en estos dos aspectos.

La conclusión de Hume será similar a la de Berkeley: “Las ideas abstractas, por consiguiente, son de suyo individuales, aunque puedan hacerse generales en la representación. La imagen de la mente es sólo la de un objeto particular, aunque su aplicación en nuestro razonamiento sea la misma que si fuera universal” (I, VII, 110).

Cabría preguntar ahora cómo piensa nuestro autor esa función de representación general que la idea particular puede jugar en el razonamiento. “Esta aplicación de las ideas más allá de su naturaleza propia, nos dice Hume, se debe a que reunimos todos los grados posibles de cantidad y cualidad de manera tan imperfecta como puede servir a los fines de la vida” (I, VII, 110). Esta reunión se logra por medio de la palabra: “Cuando encontramos semejanza entre varios objetos... aplicamos el mismo nombre a todos ellos, con independencia de las diferencias que podamos observar en los grados de su cantidad y cualidad y en cualquiera otras diferencias que puedan aparecer entre ellos” (I, VII, 110). La *costumbre* con el trájín del lenguaje, con la asignación de una sola palabra a muchas ideas, hace que al oír la palabra se reviva en la mente una de las ideas particulares que se le asocian. Además, como la misma palabra ha sido aplicada a otras ideas particulares, la mente puede pasar con facilidad de una de las ideas individuales a otra aunque en todo momento sólo existe en la mente una sola de estas ideas. Como dice Hume: “La palabra despierta una idea individual, a la vez que una cierta costumbre, y tal costumbre produce cualquier otra idea individual que podamos tener ocasión de emplear” (I, VII, 111).

Por primera vez en el *Tratado*, Hume introduce esta noción central de la *Costumbre* que volverá a aparecer, incluso con más fuerza, en el análisis de la relación de causalidad. La costumbre, o mejor la capacidad que tiene la mente de adquirir, a través de una experiencia repetida, una costumbre, es para Hume un principio fundamental de la naturaleza humana. Para el caso particular que nos ocupa, Hume se admira de la perfección de la costumbre que permite tener a disposición casi inmediata del

entendimiento innumerables ideas al escuchar una sola palabra y emitir al instante juicios sensatos empleando incluso palabras a las cuales no corresponden ideas bien definidas. Tal vez lo que despierta la admiración de Hume es en el fondo el *automatismo* que la adquisición de una costumbre posibilita. De todas formas la costumbre como un aspecto central de la actividad de la mente es un elemento nuevo que no aparecía en los *Principios* de Berkeley y que apenas era tocado tangencialmente por Locke en el *Ensayo* (*Ensayo*, II, XXXIII, 6). Para Hume, por el contrario, es en realidad el hábito, inducido por una palabra, el que nos permite resolver la paradoja según la cual “algunas ideas son particulares en su naturaleza pero generales en su representación”. En efecto, “una idea particular se convierte en general al ser unida a un término general; esto es, a un término que por una confusión debida a la costumbre guarda relación con muchas otras ideas particulares y las hace fácilmente presentes a la imaginación” (I, VII, 113).

Aunque la solución de Hume al problema de las ideas generales se inspira en la que ya había dado anteriormente Berkeley en los *Principios* y se aproxima incluso bastante a ella, conviene poner de presente las diferencias. Para Berkeley una idea particular cumple una función universal cuando en un razonamiento *representa* a muchas otras ideas particulares. La universalidad no es, por lo tanto, una característica absoluta de algunas ideas sino una *relación* que una idea particular guarda con muchas otras. La función representativa implica por otra parte una permanente precaución en el proceso de razonamiento: las particularidades no compartidas de la idea representativa deben ser cuidadosamente excluidas en cada paso<sup>4</sup>. Para Hume la función representativa puede operar en la mente cuando la idea particular va unida a una palabra, a un “término general”. Como ya se ha explicado, este término, por intermediación de la costumbre ya adquirida por la mente, evoca de inmediato muchas otras ideas que guardan relación con la primera. Por esta capacidad de evocación, propiciada por la costumbre, la idea particular unida a un término se hace general.

---

4. Véase, por ejemplo, la conocida ilustración de Berkeley sobre la demostración de las propiedades generales del triángulo. Capítulo “Filosofía de la ciencia natural en los Principios del conocimiento humano”, No. 2, 1.

### 3.2. EL ESPACIO, EL TIEMPO Y LAS MATEMÁTICAS

En su análisis de las ideas de *espacio* y *tiempo*, Hume concentrará su atención en un problema importante de la matemática y de la filosofía de su tiempo: la posibilidad de la división al infinito de estas cantidades. Al abordar este problema Hume parte, también aquí, de una premisa general: “la capacidad de la mente es limitada y no puede alcanzar jamás una comprensión completa y adecuada del infinito” (II, I, 117). Cabría incluso entender en este enunciado la “capacidad de la mente” en un sentido bastante literal cómo el número posible de ideas que la mente puede de alguna manera contener. Este número no puede ser infinito. Ahora bien, según Hume, “todo lo susceptible de división *in infinitum* debe constar de un número infinito de partes” (II, I, 118). Es pertinente señalar cómo esta proposición que para nuestro autor es evidente no lo sería tanto para Locke. Si bien para este último toda cantidad finita puede pensarse como conteniendo actualmente sólo un número finito de partes, la mente puede sin embargo considerar el proceso mismo de la división en una repetición indefinida. Podría decirse entonces que aunque la división puede pensarse *in infinitum*, el número de partes es siempre finito. De todas formas, si nos atenemos a las premisas de Hume, habría que concluir que, dada la capacidad finita de la mente, cualquier cantidad sólo podría ser imaginada como conteniendo un número finito de ideas; la división de las ideas debería por lo tanto llegar siempre a un término. La imaginación, en este proceso de división, debe llegar inevitablemente a un “*minimum*” que no puede ser ya ulteriormente dividido.

La conclusión a la cual llega Hume en este análisis es similar a la que había alcanzado Berkeley. Puesto que —y Hume retoma aquí un importante principio ya anteriormente enunciado— “lo que consta de partes es analizable o distinguible en ellas, y lo que es distinguible es separable” (II, I, 118) y dado que la imaginación no puede distinguir ni separar un grano de arena en diezmil o veintemil partes, habrá que concluir que un grano de arena no puede ser dividido en diezmil o veintemil partes. Este análisis, válido para las ideas de la imaginación, debe serlo también para las impresiones de los sentidos.

Hasta ahora el análisis se ha movido en el terreno de la imaginación y de las ideas. Pero, como lo señala Hume, “siem-

pre que las ideas sean representaciones adecuadas de los objetos podrán aplicarse a éstos las relaciones, contradicciones y concordancias de las ideas” (II, II, 120). Esta sería incluso, para nuestro autor, la base de “todo el conocimiento humano”. Aquello que al comparar nuestras ideas —suponiendo claro está que éstas son representaciones adecuadas— “parezca imposible y contradictorio... deberá ser *realmente* imposible y contradictorio, sin más excusa ni escapatoria” (II, II, 121). El análisis general hasta aquí desarrollado podrá entonces aplicarse válidamente al espacio y al tiempo.

La conclusión a la cual es posible llegar con respecto al espacio es casi inmediata: la extensión finita no puede ser dividida al infinito. Existe, en este caso también, un *minimum*, un átomo de extensión, la idea simple que no es susceptible de ser analizada ni descompuesta y a partir de la cual puede componerse cualquier extensión finita. Por lo demás, según Hume, esta conclusión alcanzada razonando sobre las *ideas* se corrobora si nos detenemos en las *impresiones* que dan origen a esas ideas. ¿Qué impresión nos transmiten los sentidos con respecto a la extensión? La idea de extensión no puede sino provenir de las *impresiones* que me proporcionan los sentidos sobre los objetos. Pero al observar un objeto “mis sentidos me transmiten solamente impresiones de puntos coloreados, dispuestos de cierta manera” (II, III, 127). Al observar diversos objetos con distintos colores podemos formar la *idea general* de extensión como conjunto de puntos, prescindiendo en lo posible del color (aunque desde luego la idea como contenido mental particular siempre tendrá algún color). Esta extraña noción de la extensión como sucesión de puntos sólidos y coloreados —que, debemos reconocerlo, se origina más en los principios teóricos del sistema de Hume que en las propias impresiones de los sentidos las cuales más bien nos darían la idea de un continuo— es reafirmada por Hume en varios apartes del *Tratado*<sup>5</sup>. Para nuestro autor únicamente la solidez y el color de las partículas pueden hacerlas concebibles a la imaginación. Si se eliminan estas propiedades los mismos áto-

---

5. En la parte IV del primer libro del *Tratado* aparece una formulación particularmente clara que transcribimos: “... es imposible concebir la extensión más que como compuesta de partes dotadas de color y solidez. La idea de

mos pierden la posibilidad de ser representados y dejan de existir (II, III, 132).

Los argumentos anteriores pueden aplicarse también al análisis del *tiempo*. En este caso, sin embargo, es necesario tomar en cuenta una propiedad adicional que constituye incluso, como dice Hume, su misma esencia. Se trata del carácter “inseparable” del tiempo según el cual cada una de sus partes sigue a las otras sin que dos de ellas, aun contiguas, puedan ser coexistentes (II, II, 123). Esta característica refuerza aún más la imposibilidad de la división al infinito del tiempo “porque si no pudiéramos llegar nunca en el tiempo a un límite de la división y cada momento —en cuanto que sucede a otro— no fuera perfectamente singular e indivisible, habría un número infinito de momentos coexistentes o partes del tiempo” (II, II, 123).

La conclusión a la cual se ha llegado —el tiempo consta de momentos perfectamente singulares e indivisibles— proviene esencialmente de la concepción general de Hume sobre la atmicidad y distinción de las ideas diferentes. Ninguna referencia se ha hecho hasta ahora —con excepción tal vez de la “inseparabilidad”— a la naturaleza misma del tiempo tal como ésta se desprende de las impresiones sensoriales que provocan en nosotros esa idea. Así como la idea de espacio proviene de la “disposición de los objetos visibles y tangibles”, la idea de tiempo se forma a partir de la “*sucesión* de ideas e impresiones”. Si no existiese en éstas una sucesión —como podríamos imaginar que ocurre cuando observamos un objeto perfectamente estático— no podría llegarse a la idea de tiempo. Pero al no provenir de *ninguna impresión específica*, “el tiempo, por sí solo, no puede manifestarse ante la mente ni ser conocido por ella” (II, III, 128). El tiempo más bien surge “según el *modo de manifestación* de las impresiones de la mente, sin formar parte de ellas. Cinco notas tocadas en una flauta nos dan la impresión e idea de tiempo, aunque el tiempo no sea una sexta impresión manifiesta al oído o a otro de los sentidos. Tampoco es una sexta impresión que encuentre la mente por reflexión” (II, III,

---

extensión es una idea compuesta, pero como no está compuesta por un número infinito de partes o ideas inferiores, tiene que reducirse en último término a ideas perfectamente simples e indivisibles. Pero como estas partes simples e indivisibles no son ideas de extensión tendrán que ser concebidas como no entidades a menos que se las conciba como coloreadas y sólidas” (IV, IV, 370).

130). El tiempo sería entonces la palabra que denota la forma particular que tiene la mente de recibir ideas en sucesión. Es el *modo* mismo en que las impresiones o las ideas hacen su aparición y que nada tiene que ver con el contenido de esas impresiones o ideas, aunque, desde luego, como lo señala Hume, la mente debe poseer las ideas de ciertos objetos para que el tiempo pueda llegar a ser concebido (II, III, 130).

Para Berkeley, recordémoslo, el tiempo tampoco era nada por fuera de la sucesión de las ideas en la mente. Hume enfatiza un elemento adicional al introducir la noción del tiempo como el *modo* de aparición de las ideas sucesivas en la mente. La concepción de Hume podría sugerir que en el fondo el tiempo no es sino una forma particular según la cual la mente organiza sus contenidos<sup>6</sup>.

La crítica de Hume a la geometría, en el *Tratado*, está en íntima relación con la imposibilidad de la división al infinito de la extensión que discutíamos más atrás. De hecho, para Hume, la geometría no es una disciplina que trabaja sobre entes definidos abstractamente en un espacio ideal que serían ellos mismos, como decía Locke, sus propios arquetipos. La geometría por el contrario trabaja con las impresiones de los sentidos y con las ideas que de allí se derivan. Por lo tanto, para Hume, las líneas rectas, los planos, las figuras geométricas no son entidades ideales que obedeciendo a definiciones precisas intentan sus traerse a las imágenes de los sentidos. Estarán por el contrario sujetas estrechamente a esas imágenes. La geometría —tal co-

---

6. Es pertinente señalar en este punto la confluencia de las ideas de Hume con la concepción sobre las intuiciones del espacio y del tiempo que desarrollará más adelante Kant en la *Crítica de la razón pura*. La distinción que establece Hume al hablar del tiempo, entre el *contenido* de las impresiones o ideas y el *modo* como hacen su aparición en la mente recuerda la distinción kantiana entre la *materia* y la *forma* de los fenómenos: "Lo que, dentro del fenómeno, corresponde a la sensación, lo llamo *materia* del mismo. Llamo, en cambio, *forma* del fenómeno aquello que hace que lo diverso del mismo pueda ser ordenado en ciertas relaciones... la forma del fenómeno debe estar completamente *a priori* dispuesta para el conjunto de las sensaciones en el psiquismo..." (*Crítica de la razón pura*, B 34). En el mismo sentido el pensamiento de Kant se acerca al de Hume al considerar que "el tiempo no es un concepto empírico extraído de alguna experiencia" (B 46) sino más bien "una forma pura de la intuición sensible" (B 47). Estas afirmaciones podrían traducirse al lenguaje de Hume diciendo que el tiempo no es propiamente una sensación sino el modo particular como las impresiones nos son dadas en la mente.

mo esta disciplina es pensada en el *Tratado*— serán entonces una rama defectuosa del saber no porque sean sus razonamientos imperfectos sino porque lo son sus objetos. Como dice Hume, “la razón por la que atribuyo algún defecto a la geometría está en que sus principios originales y fundamentales se derivan de las apariencias; y quizá sea posible imaginar que este defecto debería acompañarla siempre, impidiéndole alcanzar así una mayor exactitud, al comparar objetos e ideas, de la que nuestra vista o imaginación son capaces por sí solas de alcanzar” (III, I, 174).

Los matemáticos hablan de una superficie como “longitud y anchura sin profundidad”, de una línea como “longitud sin anchura ni profundidad” y de un punto como lo que no tiene “ni longitud, ni anchura, ni profundidad” (II, IV, 137). Para Hume todo esto es “absolutamente ininteligible” a no ser bajo la suposición —que muy pocos matemáticos estarían dispuestos a aceptar (II, IV, 141)— de la existencia de “puntos o átomos indivisibles”. Incluso bajo este supuesto se haría necesario aceptar que los átomos no tienen dimensiones y son por lo tanto invisibles e intangibles, lo cual desde la perspectiva de nuestro autor, es también imposible<sup>7</sup>.

Ahora bien, si bajo el supuesto de la infinita divisibilidad de la extensión —hipótesis ésta apoyada por la gran mayoría de los matemáticos— intentamos aplicar las definiciones de superficie, línea y punto diciendo, como los matemáticos, que una superficie limita un sólido, una línea limita una superficie y un punto limita una línea, el absurdo se hace manifiesto. Dejemos, en efecto, que “la fantasía intente fijarse en la idea de la última superficie, línea o punto: de inmediato percibe que esta idea se desmenuza en partes y que, al ir a coger la última de esas partes, pierde de nuevo su presa a causa de una ulterior división, y así sucesivamente *in infinitum*, sin posibilidad de llegar a una idea última” (II, IV, 139). Bajo el supuesto de la infinita divisibilidad las definiciones de la geometría acaban por destruirse ellas mismas.

---

7. En la *Investigación (Enquiry)* dice Hume con respecto a los puntos matemáticos: “Cualesquiera que sean las discusiones *sobre puntos matemáticos*, hemos de aceptar que son puntos físicos; esto es, partes de extensión que no pueden ser disminuidas ni por el ojo ni por la imaginación” (Sec. 12, p. 183, nota).

Pero es cuando la geometría aborda el problema de la comparación de longitudes y figuras que su imperfección se hace más patente. Dejemos, en efecto, que un matemático explique qué significa que una línea o superficie sea igual, mayor o menor que otra. Si el matemático pertenece a la "secta" de los que sostienen que la extensión se compone de puntos indivisibles, tendrá un criterio claro: una línea será igual, mayor o menor que otra según que el número de puntos que la componen sea igual, mayor o menor que el de la otra. Aunque este criterio es correcto, es también "completamente inútil", ya que los puntos que componen las líneas, aunque puedan ser perceptibles por la vista o por el tacto "son tan minúsculos y están tan confundidos unos con otros que a la mente le es absolutamente imposible hacer el cómputo de su número" (II, IV, 141). Si por el contrario el matemático es de los que defienden la divisibilidad al infinito de la extensión se encontrará en un verdadero aprieto pues para él una pulgada y una yarda contendrán ambas un número infinito de partes. "Como —hablando con propiedad— los números infinitos no pueden ser iguales ni desiguales entre sí, la igualdad o desigualdad de una porción cualquiera del espacio no podrá nunca depender de una proporción en el número de sus partes" (II, IV, 142). La hipótesis de la divisibilidad *in infinitum* nos deja huérfanos de criterio para resolver nuestro problema.

Hume somete a una crítica similar el criterio de igualdad de segmentos o figuras basado en la *congruencia*, es decir, en la posibilidad de superponer, trasladándolas, las figuras. La conclusión de toda la argumentación es tan clara como escandalosa:

"Cuando la geometría establece una conclusión relativa a las proporciones de cantidad, no debemos buscar en ello la máxima *precisión* y exactitud. Ninguna de sus pruebas llega a tanto. Esa ciencia toma correctamente las dimensiones y proporciones de las figuras, pero lo hace de un modo tosco, y permitiéndose alguna libertad. Sus errores no son nunca considerables, y ni siquiera los tendría en absoluto si no aspirara esa ciencia a una completa perfección" (II, IV, 140).

No cabe sino admirar el valor de Hume al enunciar en el *Tratado* una conclusión obtenida ciertamente a través de una argumentación rigurosa pero que choca de manera violenta contra una creencia ya firmemente arraigada en su propia época: la exactitud indiscutible de la matemática y sobre todo de la geometría. Pero justamente la consistencia de la argumentación y el absurdo de la conclusión sugieren una limitación en los principios que las sustentan. Es, a nuestro entender, en la concepción misma de la geometría, como disciplina que se ocupa de las apariencias perceptibles de las cosas, donde habría que buscar el origen del escepticismo que Hume muestra en el *Tratado* con relación a esta rama de la matemática. Locke, admitiendo la posibilidad de las ideas abstractas, le aseguraba un campo autónomo, diferente al de los objetos físicos, a las ideas de la matemática —ideas que por lo demás al ser construidas por la mente poseían la perfección que les otorga la identidad con sus propios arquetipos—; Berkeley se limitaba al examen de la argumentación con carácter de universalidad de la matemática, dejando de lado sin embargo la crítica detallada de sus objetos de estudio; Hume, en cambio, con una mayor fidelidad a los principios mismos del empirismo, no admite más entidades, que las impresiones e ideas en la mente. La geometría tendrá que trabajar con esas ideas *que son las mismas que nos representan el mundo natural*. Así como en el mundo natural resulta absurdo reclamar una precisión absoluta en las medidas, también lo será en el trabajo de la geometría.

La geometría se ocupa en el fondo de las proporciones de las figuras del mundo natural. Por eso mismo se aproxima a la física. Habrá que aplicar a la geometría los mismos criterios de medición que usamos para los objetos. “Hay muchos filósofos, nos dice Hume, que no aceptan criterio alguno de *igualdad*, afirmando que basta con presentar dos objetos, que sean iguales, para tener una noción correcta de esa proporción. Sin la percepción de tales objetos, dicen, todas las definiciones son infructuosas; y si percibimos tales objetos, no necesitamos ya definición alguna. Estoy enteramente de acuerdo con este razonamiento, y afirmo que la única noción útil de igualdad o desigualdad se deriva de la apariencia unificada y global y de la comparación de objetos particulares” (II, IV, 143).

Es claro para Hume, sin embargo, que estas nociones de igualdad o desigualdad, derivadas de las simples apariencias,

pueden estar con frecuencia cargadas de errores. Será necesario en muchos casos corregir nuestra primera opinión sobre la igualdad o desigualdad de medidas mediante "revisión y reflexión". Se inicia así todo un proceso de *correcciones sucesivas* mediante comparaciones cada vez más finas utilizando instrumentos de medida. A través de estos procedimientos "formamos, como dice Hume, una noción mixta de igualdad, derivada a la vez de los métodos de comparación más vagos y de los más estrictos" (II, VI, 145). Con todo, es bien claro "que *no poseemos instrumento alguno del arte de la medición que pueda asegurarnos contra todo error e incertidumbre*" (II, IV, 145).

Queriendo hablar de geometría, Hume nos ha dado una descripción acertada de lo que constituye un proceso de medición en las ciencias físicas. Para él, como debería por lo demás esperarse teniendo en cuenta el fundamento empirista que también quiere darle a la matemática, geometría y física acaban relacionándose estrechamente. Tal vez habría que pensar, como lo creía también Newton aunque en un sentido diferente, que la geometría es tan solo un capítulo particular de la filosofía natural<sup>8</sup>.

Conviene sin embargo señalar cómo al pasar del *Tratado* (1739) a la *Investigación* (*Enquiry concerning human understand-*

---

8. En varios apartes de la obra de Newton es posible descubrir una intención de subordinar la matemática a la física. En muchos casos estos intentos de subordinación no solamente tienen el sentido instrumental de desarrollar técnicas matemáticas apropiadas para la resolución de determinados problemas físicos; la manera misma como se aborda el problema matemático se relaciona estrechamente con la forma de pensar los problemas de la física. En su "cálculo de fluxiones", por ejemplo, Newton imagina que todas las variables matemáticas varían con el *tiempo*. De esta manera el problema matemático se visualiza, si se quiere, como un problema de movimientos interrelacionados. Desde el punto de vista de la física el concepto significativo en tal situación sería la *rata de cambio* de la respectiva variable con respecto al tiempo. Newton hace de este concepto, físicamente significativo, el concepto matemático central de su cálculo: *la fluxión*. Vale la pena transcribir un texto del prefacio de Newton a la primera edición de los *Principia* en el cual se plasma con bastante claridad esta manera de pensar la relación entre matemática y física:

"... la descripción de las líneas rectas y los círculos sobre la cual se basa la geometría pertenece a la mecánica. La geometría no nos enseña a trazar estas figuras, aunque requiere que sean trazadas... Describir líneas rectas y círculos es un problema, pero no un problema geométrico. Se

ing, 1748) se aprecia un cambio notorio en la posición de Hume con respecto a las matemáticas. En la *Investigación*, la matemática es pensada como una disciplina que se ocupa exclusivamente de “*relaciones de ideas*”, es decir, de proposiciones que “pueden descubrirse por la mera operación del pensamiento, independientemente de lo que pueda existir en cualquier parte del universo” (Sec. IV, p. 48). Por lo tanto, como dice el propio Hume, independientemente de que los círculos o los triángulos perfectos existiesen o no en la naturaleza, “las verdades demostradas por Euclides conservarían siempre su certeza y evidencia” (Sec. IV, p. 48). La posición que Hume esboza en este pasaje de la *Investigación* no parece ser muy distinta de la que Locke tenía sobre las matemáticas. Estas se conciben y se valoran como conocimiento universal y cierto porque sus objetos y sus formas de trabajo se definen en el ámbito mental por fuera de la experiencia.

### 3.3. LA EXISTENCIA DE LOS CUERPOS EXTERNOS

La *idea de existencia y el hecho mismo de la posible existencia de objetos exteriores* es un problema importante para el empirismo filosófico. Reconociendo, en efecto, esta filosofía que las ideas constituyen el único contenido y “material de trabajo” de la mente, tendrá que explicar también el efecto de realidad que la mente experimenta con relación a algunas de estas ideas. Locke, recordémoslo, en el libro II del *Ensayo* sostenía que la idea de *existencia* era prácticamente una idea simple que, como la de unidad, llegaba a la mente tanto por las vías de la sensación como de la reflexión. Todas las ideas que representan a los así llamados “objetos externos” y todas las ideas internas llevarían junto con su propio contenido, la idea de existencia (*Ensayo*, II, VII, 7). En el libro IV del *Ensayo*, Locke admite de manera

---

exige de la mecánica la solución de este problema, y cuando está resuelto la geometría muestra la utilidad de lo aprendido... Por consiguiente, la geometría está basada en la práctica mecánica, no es sino aquella parte de la mecánica universal que propone y demuestra el arte de medir”.

Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Editora Nacional, Madrid, 1982, p. 199.

explícita la *existencia de objetos exteriores* a la mente que influyen sobre ésta por medio de corpúsculos que excitan los órganos sensoriales. Berkeley, por el contrario, rechaza de manera radical la existencia de entes materiales exteriores a la mente y atribuye la fuerte impresión de existencia y exterioridad que experimentamos con respecto a ciertas ideas a la sabiduría y voluntad del Creador que ha *ordenado en una sucesión regular y estable* el flujo de las ideas que conforman el mundo natural. Berkeley remite por lo tanto la impresión de exterioridad a un orden y a una relación que guardan entre sí ciertas ideas.

Hume al tiempo que critica las posiciones de Locke y de Berkeley reformula de una manera original el problema de la existencia. El autor del *Tratado* comienza diferenciando nítidamente las nociones de *existencia* y *existencia externa*. Toda impresión o idea de la que tengamos conciencia o memoria es concebida como existente (II, VI, 167). Por lo tanto la idea misma de existencia debería o bien “derivarse de una impresión distinta, ligada a toda percepción u objeto de nuestro pensamiento o ser exactamente idéntica a la idea de la percepción u objeto” (II, VI, 168). La primera de estas dos alternativas es la que defendía Locke. Para Hume, por el contrario, no es posible que se den dos impresiones *distintas* —la impresión misma y la de existencia— “inseparablemente unidas”. Recordemos, en efecto, que según un principio básico de su sistema dos ideas o impresiones diferentes deben ser *distinguibles* y también *separables*. La idea de existencia no podrá por lo tanto derivarse de alguna impresión particular que estaría ligada indisolublemente con toda impresión que recibe la mente. No podría en tal caso diferenciarse de esa impresión. “La idea de existencia es entonces exactamente la misma cosa que la idea de lo concebido como existente. Reflexionar simplemente sobre una cosa y reflexionar sobre ella como existente no es nada diferente en absoluto” (II, VI, 168). Toda idea concebida por la mente debe ser concebida al mismo tiempo como existente. En otras palabras, “toda idea que queramos formar es la idea de un ser” (II, VI, 168).

Es evidente sin embargo que a ciertas ideas la mente les atribuye un grado de realidad —la existencia externa— que no todas poseen. ¿Son acaso estas ideas distintas de las otras? ¿Proviene tal vez de alguna realidad exterior a la mente? Para el empirismo, *todos* los contenidos mentales deben poder remi-

tirse en última instancia a algo dado, a lo que Hume llama las impresiones. Pero la mente humana no puede salir del ámbito de sus impresiones e ideas. “Dirijamos nuestra atención, propone Hume, fuera de nosotros cuanto nos sea posible; llevemos nuestra imaginación a los cielos, a los más extremos límites del universo: nunca daremos realmente un paso fuera de nosotros mismos, ni podremos concebir otra clase de existencia que la de las percepciones manifiestas dentro de esos estrechos límites. Este es el universo de la imaginación, y no tenemos más ideas que las allí presentes” (II, VI, 169). Cualquier suposición sobre un mundo exterior a la mente no será por lo tanto sino una hipótesis desprovista de toda posibilidad de corroboración<sup>9</sup>. Por eso la única pregunta para Hume tiene sentido es la que se refiere a los principios de la naturaleza humana *que nos hacen creer* en la *existencia externa* de esas ideas. “Podemos muy bien preguntarnos qué causas nos inducen a creer en la existencia de los cuerpos, però es inútil que nos preguntemos si hay o no cuerpos” (IV, II, 321). Este es el giro original que Hume le da al problema de la *existencia externa*. En lugar de responder, como lo hicieron Locke y Berkeley, a la pregunta sobre la existencia

---

9. En la *Investigación (Enquiry)*, Hume cuestiona también la suposición de ese mundo externo en los siguientes términos:

“¿Por qué argumento puede demostrarse que las percepciones de la mente han de ser causadas por objetos externos, totalmente distintos de ellas, aunque pareciéndose a ellas (si eso es posible), y no pueden surgir ni por la energía de la mente misma ni por la sugestión de algún espíritu invisible y desconocido, o por alguna otra causa que nos sea aún más desconocida?... Y nada puede ser más inexplicable que la manera en que el cuerpo debe operar sobre la mente para transmitir una imagen de sí mismo a una sustancia, que se supone de tan distinta, o incluso contraria, naturaleza” (*Inv.*, sec. 12, p. 180).

Pero Hume también rechaza la solución fácil de Berkeley en los siguientes términos:

“Recurrir a la veracidad del Ser Supremo para demostrar la veracidad de nuestros sentidos es, desde luego, dar un rodeo muy inesperado. Si su veracidad estuviera implicada en esta cuestión, nuestros sentidos serían totalmente infalibles, porque no es posible que El pueda jamás engañar. Por no decir que, si se pusiera en duda el mundo externo, no sabríamos encontrar argumentos con los que pudiéramos demostrar la existencia de aquel Ser o de cualquiera de sus atributos” (*Inv.*, sec. 12, p. 180).

de los cuerpos externos, Hume ha desplazado el problema; lo importante ahora es dar cuenta, a partir de los principios de la naturaleza humana, de esa *impresión de realidad* que acompaña a ciertas ideas.

Para enfrentar este problema conviene señalar en primer término cómo hay en realidad dos cuestiones distintas, aunque íntimamente relacionadas, que tienen que ver con esa fuerte impresión de realidad que la mente experimenta con respecto a ciertas percepciones. La primera de ellas es la "*existencia continua*" que le atribuimos a los objetos aun cuando no estén directamente presentes a los sentidos. La segunda es la "*existencia distinta*" de la propia existencia de la mente y de las percepciones que le atribuimos a esos objetos (IV, II, 321). Hume se preguntará si esas impresiones de existencia continua y distinta se originan en los *sentidos*, en la *razón* o en la *imaginación*.

Es evidente que los *sentidos* no pueden originar la noción de existencia continua. Pensar lo contrario sería equivalente a decir que "los sentidos continúan actuando aún después de haber cesado por completo de actuar" (IV, II, 322) lo cual encierra, es obvio, una contradicción. Los sentidos tampoco presentan sus impresiones como imágenes de algo "distinto, independiente o externo". Transmiten simplemente la percepción y en ella no hay "la más pequeña referencia a algo más allá". Para que así fuera, en lugar de impresiones simples, los sentidos deberían por sí mismos, sin referencia alguna a la razón o la imaginación, transmitir una impresión que en algún sentido fuera doble y permitiera así distinguir la existencia de la idea de la existencia exterior del objeto. Podría también pensarse eventualmente que los sentidos nos transmiten ciertas ideas —las de los objetos exteriores— de tal manera que *sugieran* "por una especie de falacia o ilusión" la existencia externa. Habría en esas impresiones una ambigüedad que nos llevaría, por la mera acción de los sentidos, más allá de la impresión misma. Pero, como señala Hume, "todas las sensaciones son sentidas por la mente tal como son en realidad". No cabe la posibilidad de un desdoblamiento de la impresión sensorial en la mente. Todo lo que en ella entra es "en *realidad* una percepción". Percibir algo en forma diferente sería tanto como "suponer que podemos estar equivocados aun en aquello de lo que somos más íntimamente conscientes" (IV, II, 324). Estas mismas razones llevan también a Hume a rechazar la distinción,

frecuente en la filosofía y recogida por Locke en el libro IV del *Ensayo*, entre cualidades primarias y secundarias (IV, II, 326). Para nuestro autor, “todas las percepciones tienen el mismo modo de existencia” (IV, II, 327) y sería por lo tanto falaz distinguir entre cualidades, atribuyéndole a algunas, las primarias, existencia externa real y a otras, las secundarias, solamente existencia sensorial.

Para Hume la *razón* tampoco puede producir la creencia en la *existencia continua y distinta* de los objetos. Para convencernos de ello basta con tomar en cuenta que “el vulgo”, los niños, la mayoría de la gente en suma, atribuyen, sin que para ello medie razón alguna, existencia real externa a las cosas que se ven y se sienten. Esta opinión que desde el punto de vista de la filosofía puede muy bien ser irrazonable, tiene para el común de las gentes una fuerza que la pone por fuera de toda duda. Debe por lo tanto originarse en una facultad distinta del entendimiento. Esta facultad no puede ser entonces sino la *imaginación*.

Como las sensaciones son de por sí efímeras, la noción de una existencia continua y distinta debe provenir, según Hume, del encuentro y la concordancia de ciertas cualidades de las impresiones con ciertas cualidades de la imaginación. La imaginación por sí sola no podría producir el efecto porque en tal caso no habría razón para que éste no se extendiese a *todas* las *impresiones*. Una de las características que distingue al tipo de impresiones del que nos estamos ocupando es su particular *constancia*. Puedo abandonar mi cuarto de estudio y percatarme al regresar a él que las impresiones que recibo de los diferentes objetos serán las mismas que recibí antes de salir. Basta, sin embargo, un poco de reflexión para realizar que no es únicamente la constancia de las impresiones la que produce en nosotros ese efecto de existencia exterior. De hecho, en el ejemplo que acabamos de poner, al volver al cuarto de estudio no todo estará exactamente igual; pueden haber ocurrido incluso cambios grandes y no por eso dejaremos de atribuirle realidad exterior a nuestras percepciones. Lo que es decisivo, como lo hace notar Hume, es que a través de los cambios percibimos una *coherencia*, una dependencia regular entre los distintos cambios. Esta coherencia “es la base de una especie de razonamiento causal que engendra la opinión de la existencia continua de los cuerpos” (IV, II, 330).

¿Cómo produce esa “especie de razonamiento” el efecto de existencia externa? ¿De qué modo engendran estas características de constancia y coherencia que poseen ciertas impresiones la opinión de la existencia continua y distinta de los objetos? Según Hume, la constancia y la coherencia de esas impresiones deben estimular en la imaginación la suposición de la existencia continua y distinta como una manera de *conciliar contradicciones* flagrantes con nuestra experiencia anterior que de otro modo se producirían inevitablemente. Toda mi experiencia anterior, por ejemplo, me ha acostumbrado a asociar la imagen visual de una puerta con el sonido que se produce al cerrarla. Si desde mi cuarto oigo el sonido sin percibir la puerta se genera una contradicción con la experiencia que me ha traído con frecuencia las dos impresiones asociadas. La suposición de la existencia continua de la puerta, que podría ser, si no mediara la experiencia, arbitraria e hipotética, toma sin embargo “fuerza y evidencia” por ser la única suposición que me permite conciliar la contradicción.

El proceso que acabamos de describir podría a primera vista considerarse análogo a la inferencia causal que, como veremos más adelante, se fundamenta en una costumbre decantada por la experiencia. Hume, sin embargo, diferencia cuidadosamente los dos procesos. Un hábito que se adquiere por la repetición de una sucesión regular de percepciones no puede exceder ese grado de regularidad. “Ningún grado de regularidad en nuestras percepciones, como dice Hume, nos podrá servir nunca de fundamento para inferir un grado mayor de regularidad en algunos objetos que no son percibidos” (IV, II, 332). Tendríamos de lo contrario un hábito —el de esperar una mayor regularidad— adquirido con base en algo que nunca estuvo presente en la mente —esa mayor regularidad—, lo cual para Hume es contradictorio. Ahora bien, al inferir la *existencia continua* de los objetos sensibles “a partir de la coherencia de estos objetos y de la frecuencia de su unión, lo hacemos para conferirles una regularidad mayor que la observada en nuestras meras percepciones” (IV, II, 333) ya que la sola experiencia, que podemos incluso interrumpir a voluntad, no nos da ninguna clave sobre la constancia de los objetos. La creencia en la existencia continua de los objetos no puede por lo tanto surgir, como la relación de causa-efecto, *solamente* de la costumbre. Estamos en este caso llevando “la costumbre y el razonamiento

más allá de las percepciones” y esto “no podría ser nunca efecto directo y natural de la repetición y conexión constante, sino que *debería surgir de la cooperación de algún otro principio*” (IV, II, 333).

Este “otro principio” proviene según Hume de la imaginación. Esta facultad, “una vez colocada en una cadena de pensamientos, es capaz de continuar la serie... del mismo modo que una galera puesta en movimiento por los remos sigue su camino sin precisar de un nuevo impulso” (IV, II, 333). Ni los sentidos ni el entendimiento podrían llenar la brecha entre impresiones discontinuas. La capacidad de la imaginación para darle continuidad a lo que de hecho en la mente es discontinuo nos lleva a aceptar fácilmente la existencia continua de los cuerpos. En efecto, como dice nuestro autor, “los objetos muestran ya una cierta coherencia cuando se manifiestan a nuestros sentidos, pero esta coherencia es mucho mayor y uniforme si suponemos que los objetos tienen una existencia continua” (IV, II, 333). La imaginación nos permite dar este último paso para que la mente llegue así a una “uniformidad tan completa como le es posible” (IV, II, 334).

La argumentación hasta aquí desarrollada nos permite entender cómo la atribución de una *existencia continua* —de la cual es luego fácil deducir esa impresión de exterioridad, la *existencia distinta*, al comparar la continuidad atribuida a los objetos con la discontinuidad propia de las percepciones— debe remitirse a la facultad de la *imaginación*. Al parecer de Hume la explicación está sin embargo lejos de haber agotado todos los problemas que comporta la creencia en la existencia continua y distinta. Un primer aspecto, que hasta el momento no ha sido tocado de manera explícita, es el que Hume llama *principium individuationis* o principio de identidad. ¿Cuál es el origen de la creencia en esa *identidad consigo mismo* que le atribuimos a todo objeto externo? Para responder esta pregunta conviene diferenciar en primer lugar la idea de *identidad* de la de *unidad*. La mera contemplación de un solo objeto puede sugerir la idea de unidad pero no la de identidad. Para que la mente pueda llegar a formar esta idea es necesario introducir un elemento adicional, *el tiempo*. Como ya ha sido señalado la concepción del tiempo implica una sucesión. Cuando aplicamos la idea de tiempo a un objeto inmutable en realidad “lo hacemos sólo gracias a una ficción de la imaginación, mediante

la cual suponemos que el objeto inmutable participa de los cambios de los objetos coexistentes, y en particular de los cambios de nuestras percepciones” (IV, II, 336). Es por esta ficción que la contemplación de un objeto puede darnos la idea de identidad. Al pensar *dos momentos* de ese tiempo, podemos considerarlos desde dos perspectivas diferentes. Por una parte, con el auxilio de la memoria, podemos considerar *en un mismo instante* las percepciones que teníamos en esos dos momentos distintos y de allí, nos dice Hume, se origina en la mente *la idea de número*<sup>10</sup>. Pero, por otra parte, podemos más bien tomar en cuenta que en esos dos momentos la percepción que tenemos del objeto es la misma. Si imaginamos que entre esos dos momentos el tiempo ha transcurrido sin variación del objeto, llegamos a la idea de *unidad*. Pero en realidad lo que hemos hecho es describir de dos maneras distintas una misma idea, la idea de *identidad*. “Ninguna propiedad del lenguaje nos permite decir que un objeto es igual a sí mismo, a menos que con ello queramos decir que el objeto existente en un tiempo es igual al existente en otro. De este modo, distinguimos entre la idea mentada por la palabra *objeto* y la mentada por la palabra *sí mismo*, sin llegar al extremo de utilizar el número y sin restringirnos tampoco a una unidad absoluta y estricta” (IV, II, 337). La idea de identidad sería como una síntesis de la idea de número y de la de unidad, concebidas ambas en referencia al tiempo.

Ahora bien, si intentamos aplicar esta idea al problema que nos ocupa —la existencia continua y distinta de objetos— encontraremos de inmediato una primera dificultad: al considerar las impresiones de un objeto en dos momentos distintos, esas impresiones podrán ser semejantes pero no exactamente iguales. Hume se detiene en la explicación minuciosa de un proceso mediante el cual “el paso suave de la imaginación a

---

10. Es pertinente, también aquí, señalar un acercamiento entre esta noción de Hume sobre el origen de la idea de número con referencia al tiempo y una conexión similar entre el concepto de número y la intuición pura del tiempo en la filosofía de Kant. Para Kant los conceptos de la matemática deben representarse en la intuición. Esta representación es la base que posibilita los juicios sintéticos a priori en esa disciplina. La geometría se basa así en la intuición pura del espacio. La aritmética, por su parte, “hace efectivo su concepto de número por la adición sucesiva de la unidad *en el tiempo*” (*Prolegómenos a toda metafísica futura*, 10. Véase también la *Crítica de la razón pura*, B 182).

través de las ideas de percepciones semejantes nos lleva a atribuir a éstas una identidad perfecta” (IV, II, 342). A pesar de haber alcanzado por medio de la imaginación esta “identidad perfecta”, la mente se encontrará de todas formas en una situación contradictoria: tenderá por una parte a atribuirle a las impresiones de un mismo objeto esa “identidad perfecta” pero no podrá ignorar la discontinuidad misma de esas impresiones. “La perplejidad que surge de esta contradicción produce una inclinación a unir estas apariencias discontinuas mediante la ficción de una existencia continua...” (IV, II, 342). La creencia en esa ficción provendrá de la fuerza y vivacidad de las impresiones. Estas al relacionarse con esa idea, fruto de la imaginación, que es la *existencia continua* de los objetos le transmiten toda su vivacidad y su fuerza. La creencia, en efecto, “no consiste sino en la vivacidad de una idea” y esta vivacidad puede adquirirla “por su relación con alguna impresión presente” (IV, II, 346).

Detengámonos por un momento sobre algunos aspectos sobresalientes de la notable teoría que acabamos de esbozar. Una idea directriz en toda la argumentación parece ser la siguiente: la mente no soporta la contradicción permanente instaurada en su seno y trata de resolverla aún al precio de crear ficciones y de creer en ellas. La idea de *identidad*, por ejemplo, surge de la ficción de aplicar, de manera evidentemente contradictoria, la idea de tiempo a un objeto inmutable. La *existencia continua* es igualmente, como lo veíamos, una ficción que viene a resolver una contradicción insoportable entre la identidad por una parte y la discontinuidad de las impresiones por otra. La prevalencia de estas ficciones, por encima incluso de la razón, parece ser uno de los principios de la naturaleza humana que tiende más hacia la vida que hacia el pensamiento. Como dice Hume, “existe una gran diferencia entre las opiniones que elaboramos luego de un serena y profunda reflexión y las que adoptamos en virtud de una especie de instinto o impulso natural y a causa de la conveniencia y conformidad de estas opiniones con la mente. Y si estos dos tipos de opiniones llegan a enfrentarse, no resulta difícil prever cuál de ellas triunfará” (IV, II, 353). Parece esbozarse aquí una cierta dicotomía en las facultades de la mente. La sensación y sobre todo la imaginación se pondrían al servicio de la naturaleza humana, de esa “especie de instinto o impulso natural”, mientras que la facultad

tad de pensar podría, por lo menos momentáneamente, tomar distancia frente a lo natural y examinarlo críticamente. El pensamiento puede alcanzar lucidez frente a lo real pero esa lucidez no puede convertirse en norma de vida porque conduciría al caos. Nadie puede vivir con cordura sin la ficción de la existencia continua y externa de los objetos aunque la razón en los momentos de reflexión pueda reconocer que esa existencia no es precisamente sino eso: una ficción.

De un intento de conciliación entre la reflexión sobre el problema de la existencia y los principios de la naturaleza humana ha surgido precisamente “la opinión filosófica de la doble existencia de percepciones y objetos” que intenta abarcar a la vez los “principios de la razón y de la imaginación” (IV, II, 353). Satisface la razón al admitir la discontinuidad de las sensaciones y al mismo tiempo “agrada a la imaginación” al atribuir una existencia continua al objeto. Para Hume esta opinión es en realidad una claudicación de la razón, es un “monstruoso producto de dos principios contrapuestos, admitidos simultáneamente por la mente e incapaces de destruirse entre sí” (IV, II, 354). Puede admitirse la ficción como inherente a la naturaleza humana, y por eso mismo como algo inevitable, pero la razón no puede claudicar al punto de elevar la ilusión a sistema filosófico.

Después de haber examinado la argumentación expuesta, en esta sección no debe extrañar —aunque sí resulta algo paradójico en una filosofía que se denomina empirista— que Hume desemboque en un escepticismo con respecto a los sentidos. Son en efecto los sentidos, coadyuvados es cierto por la imaginación, los que nos hacen creer en falacias que el pensamiento luego juzga como tales. “Yo había comenzado este asunto, confiesa nuestro autor, sentando como premisa que debemos confiar implícitamente en nuestros sentidos, y que ésta sería la conclusión que se desprendería del conjunto de mis razonamientos. Sin embargo, si he de ser sincero, me siento *en este momento* de opinión totalmente contraria, y más inclinado a no conceder fe en absoluto a mis sentidos o, más bien, a mi imaginación, que a poner en ellos esa implícita confianza” (IV, II, 357).

Esta conclusión, fruto del análisis implacable al cual ha sido sometido al concepto de existencia, es de la mayor importancia. Hume, recordémoslo, al comienzo de su sistema hacía de las

*impresiones* el terreno firme al cual debía en última instancia remitirse todo conocimiento. Ahora, después del recorrido realizado en el primer libro del *Tratado*, esa premisa inicial debe también ponerse en duda. El sensualismo como base del conocimiento ha sido puesto en entredicho.

Ya antes, Hume (IV, I) había llegado a un escepticismo con respecto a la razón al mostrar cómo en el ejercicio mismo de la discursividad, de la argumentación, “todo conocimiento se degrada en probabilidad”. La duda escéptica con respecto tanto a la razón como a los sentidos “es una enfermedad que nunca puede ser curada del todo” (IV, II, 358). Surge siempre “naturalmente” de toda reflexión profunda y aumenta cuando más avanzamos en ella. Pero esta “enfermedad” sólo afecta al pensamiento en los momentos de reflexión. La vida misma está por fuera de todo peligro. Después de la reflexión escéptica, al salir del cuarto de estudio, volveremos a actuar, a hablar, a pensar con el convencimiento de que las cosas que vemos y sentimos tienen una existencia continua y exterior a nosotros mismos. La naturaleza humana trabaja en favor de este convencimiento.

### 3.4. EL CONOCIMIENTO Y LA CAUSALIDAD

Lo mismo que para Locke y Berkeley, para Hume también el conocimiento consiste esencialmente en la búsqueda de relaciones en el ámbito de las ideas. Hume intenta reducir las posibles relaciones entre ideas a siete grupos generales “que cabe considerar como principios de toda relación filosófica” (I, V, 102). Estos grupos de relaciones serían: la semejanza, la identidad, las relaciones de tiempo y lugar, las relaciones de cantidad y número, los grados de una cualidad, la relación de oposición entre dos ideas y la causalidad. Una subdivisión entre estos tipos de relaciones, de gran importancia en la concepción de Hume sobre el conocimiento, los agrupa en dos categorías: por una parte, aquellas relaciones “que dependen enteramente de las ideas que comparamos entre sí” y por otra, aquellas que al no depender enteramente de las ideas que comparamos, pueden cambiar sin que las ideas mismas sufran cambio (III, I, 171). Es claro que las relaciones de semejanza, de cantidad y número, de grados de una cualidad y de oposición entre ideas

pertenecen al primer grupo ya que no es posible pensar en una modificación de estas relaciones sin modificar también las ideas que comparamos. En cambio, es posible pensar que las relaciones de tiempo y lugar, de enlace causa-efecto o de identidad cambien sin que las ideas que comparamos bajo estas relaciones se modifiquen o, viceversa, que las ideas cambien sin que las relaciones se modifiquen. En el caso de la relación de identidad, en que esta propiedad parece menos evidente, basta tomar en cuenta que un objeto o idea puede poseer una conformación o un tamaño distinto en dos momentos diferentes —es el caso, por ejemplo, de un animal que crece— sin que esto nos lleve a concebir un cambio de identidad en el objeto mismo. Estas tres últimas relaciones, al no depender completamente de las ideas mismas, no pueden descubrirse por el mero examen de esas ideas. *Únicamente la experiencia nos puede informar de su existencia.* En cambio a las cuatro primeras relaciones puede llegarse por intuición o razonamiento a partir de la definición o de la representación de las ideas involucradas. Estas relaciones forman por eso la base de disciplinas que pueden alcanzar la certeza.

En la *Investigación (Enquiry)* la división entre las relaciones de conocimiento toma la forma de una dicotomía entre las “*cuestiones de ideas*” y las “*cuestiones de hecho*”. Las primeras, también en esa obra, son el objeto de ciencias exactas (o casi exactas) como la geometría, el álgebra y la aritmética. “Las proposiciones de esta clase [perteneciendo a “*cuestiones de ideas*”] pueden descubrirse por la mera operación del pensamiento, independientemente de lo que pueda existir en cualquier parte del universo” (*Inv.* sec. 4, p. 48). Por el contrario, “lo contrario de cualquier cuestión de hecho es, en cualquier caso, posible, porque jamás puede implicar una contradicción, y es concebido por la mente con la misma facilidad y distinción que si fuera totalmente ajustado a la realidad” (*Inv.*, sec. 4, p. 48). Dada la aparente carencia de necesidad en estas cuestiones, la pregunta que deviene importante para Hume es la siguiente: ¿Cómo es posible lograr un conocimiento sobre cuestiones de hecho que vaya más allá de la evidencia inmediata de los sentidos?

Es claro, para Hume, que tal conocimiento no podría fundamentarse sobre las relaciones de identidad o de lugar y tiempo. Ninguna de éstas, en efecto, “puede ir más allá de lo

inmediatamente presente en los sentidos”. La única de las tres relaciones en las que se funda el conocimiento de las cuestiones de hecho que puede permitir el salto “más allá de lo inmediatamente presente”, ya que conecta una idea presente a los sentidos con otra que no lo está, es la relación de causa-efecto. Es la única que nos informa de existencias y objetos que no podemos ver ni sentir” (III, II, 177). “Sólo la *causalidad* produce una conexión tal que nos cerciora de la existencia o acción de un objeto seguido o precedido de una existencia o acción” (III, II, 176). De ahí el enorme privilegio que el estudio detallado de esta relación recibe tanto en el *Tratado* como en la *Investigación*. Seguiremos los pasos más importantes en el análisis que Hume hace de la causalidad.

Apoyándose en el principio de que toda idea, en última instancia, se origina en una impresión de los sentidos o de la reflexión, Hume inicia su indagación sobre la causalidad buscando una posible impresión que pueda dar origen a esa idea. Muy pronto se llega al convencimiento de que tal impresión no podría residir, en ningún caso, en las cualidades sensibles de los objetos conectados por la relación causal. Basta en efecto percatarse de que cualquier objeto, sean cualesquiera las cualidades que posea, puede ser considerado como causa o como efecto de otros objetos o fenómenos. “No hay nada existente, sea externa o internamente, que no pueda ser considerado como causa o efecto, aunque es evidente que no hay ninguna cualidad que pertenezca universalmente a todos los seres y les dé derecho a esa denominación” (III, II, 178).

Si no se deriva de ninguna cualidad sensible de los objetos que intervienen como causa o efecto, habrá que indagar si la causalidad se origina en alguna *relación* que pueda existir entre esos objetos. Hume piensa en dos relaciones que necesariamente intervendrían en el nexo causal: la *contigüidad espacial* entre la causa y el efecto —y es obvio que aquí se tiene en mente la causalidad de tipo mecánico que implica contacto entre los cuerpos que interactúan— y la *precedencia o “prioridad” en el tiempo* de la causa con relación al efecto. Es obvio, sin embargo, que ninguna de estas dos relaciones es suficiente para explicar el origen de la causalidad. Dos objetos, en efecto, pueden ser contiguos en el espacio y sucesivos en el tiempo sin que exista nexo causal entre los dos. De hecho, con esas dos relaciones no hemos ni siquiera tocado lo que en el nexo causal parece ser

esencial: la idea de una *conexión necesaria* entre los dos objetos. Pero la pregunta con la cual iniciamos la indagación puede ahora volver a formularse: ¿Cuál es la naturaleza de esa conexión necesaria? ¿De qué impresiones puede surgir esa idea? Tal parece que, girando en círculo, hemos vuelto prácticamente al punto de partida.

La indagación que nos ha conducido al impase buscaba encontrar la razón y la esencia de la causalidad *en los objetos mismos que intervienen en la relación*. Hume, en un giro característico de su forma de abordar los problemas en el *Tratado*, cambia ahora las preguntas. En lugar de indagar por las impresiones y las cualidades de los objetos que podrían originar la relación causal se preguntará por las razones que *nos mueven* a pensar las cuestiones de hecho bajo el principios de causalidad. En los términos de Hume:

“¿Por qué razón *afirmamos* que es *necesario* que toda cosa cuya existencia tiene un principio [comienzo] deba tener también una causa?”

“¿Por qué *concluimos* que tales causas particulares deben tener necesariamente tales efectos particulares? ¿Cuál es la naturaleza de la inferencia que hacemos de unas a otros, y de la creencia por la que confiamos en esa inferencia?” (III, II, 181, subrayados nuestros).

Hemos pasado, si se quiere, del dominio de las impresiones y de los objetos en el que la relación causal se piensa como conexión objetiva entre éstos al dominio de la naturaleza humana en el cual la causalidad será pensada como una relación atribuida de alguna manera por el sujeto a los objetos de experiencia. Las preguntas generales serán ahora: ¿De qué manera se realiza la atribución? ¿Por qué se realiza?<sup>11</sup>

---

11. Sería de interés comparar este replanteamiento de la causalidad que hace Hume con la concepción de Kant sobre el mismo problema. Sin pretender profundizar aquí en la concepción kantiana de la causalidad, nos limitaremos a hacer la observación que sigue. Para Kant la causalidad es una condición *a priori* de la experiencia. Podría decirse que es una *forma* de aprehensión de la realidad fenoménica por parte del sujeto. “... la misma experiencia, es decir, el conocimiento empírico de los fenómenos, dice Kant en la *Crítica de la razón pura*, sólo es posible gracias a que sometemos la sucesión de los mismos y, por

Replanteado el problema de la causalidad en esta forma, Hume intentará esclarecer el origen de esa *necesidad* que se piensa como inherentes a toda inferencia causal. Habrá que indagar en primer lugar si la atribución de una causa para explicar la existencia de los objetos es intuitiva o demostrativamente cierta. En otras palabras se trata de ver si esa necesidad en la atribución causal es una cuestión de ideas o de razón. Examinando la máxima filosófica del principio causal, “todo lo que empieza a existir debe tener una causa de su existencia” (III, III, 182), Hume señala cómo las dos ideas de *causa* y *comienzo de existencia* incluidas en este enunciado son evidentemente distintas entre sí y por lo tanto separables (recuérdese el principio fundamental utilizado a lo largo del *Tratado*: lo que es diferente es distinguible y lo que es distinguible es también separable en el pensamiento y en la imaginación). Es pues *posible*, sin contradicción alguna, pensar el comienzo de la existencia de un objeto sin asociarle a ese comienzo la idea de

---

consiguiente, todo cambio a la ley de la causalidad. Los fenómenos son, pues, posibles, considerados como objetos de la experiencia, en virtud de esta misma ley” (B 234). Aunque para Hume la causalidad también es de alguna manera atribuida por el sujeto, no es propiamente una condición de la experiencia sino más bien un producto de ella. La creencia en la causalidad es un efecto de la costumbre inducida por la repetición de fenómenos que se dan siempre conjuntamente en la experiencia. Kant critica esta posición de Hume en los siguientes términos:

“Esto [la concepción de Hume] parece contradecir todas las observaciones que se han hecho acerca de cómo es el uso del entendimiento. Según tales observaciones, si hemos llegado a descubrir una regla según la cual hay ciertos sucesos que siguen siempre a ciertos fenómenos, ello sólo se debe a muchas secuencias percibidas y comparativamente coincidentes con fenómenos anteriores; esto sería lo que nos llevaría a formar el concepto de causa. Pero si este concepto tuviera una base semejante, sería un concepto meramente empírico. La regla que él suministra, según la cual todo lo que sucede tiene una causa, sería tan accidental como la experiencia misma. Tanto la universalidad como la necesidad de este concepto serían entonces meramente ficticias, ya que estarían fundadas sobre una simple inducción, y no *a priori*. Ocurre aquí lo mismo que en el caso de otras representaciones puras *a priori*: únicamente podemos extraerlas de la experiencia como conceptos claros por haberlas puesto antes en ella, de modo que si hemos obtenido la experiencia misma ha sido gracias a ellas”.

(*Crítica de la razón pura*, Alfguara, B 241).

causa. Esta separación “no puede ser refutada por ningún razonamiento efectuado con base en meras ideas; y sin esto es imposible demostrar la necesidad de una causa” (III, III, 183). La necesidad que le atribuimos al nexo causal no puede provenir de la sola demostración racional. Tendrá que surgir entonces de la observación y la experiencia.

Ahora bien, la experiencia tan solo nos da el recuerdo de ciertos objetos que *siempre* han estado acompañados de otros objetos o impresiones manteniendo con ellos relaciones de contigüidad espacial y sucesión temporal. “Sin más preámbulo, dice Hume, llamamos a los unos *causa* y a los otros *efecto* e inferimos la existencia de unos de la de otros” (III, VI, 194). Esta somera reflexión ha puesto de presente, además de la contigüidad y de la sucesión, otra propiedad del nexo causal que no habíamos tenido en cuenta: la *conjunción constante* entre causa y efecto.

Hasta aquí hemos llegado a reconocer que el origen del nexo causal reside en la experiencia. Pero, ¿de qué manera produce la experiencia la idea de causalidad? ¿Es acaso por medio de un razonamiento que nos hace inferir la necesidad del nexo para toda nueva situación a partir del recuerdo de todas las situaciones análogas experimentadas en el pasado? Si así fuese este razonamiento tendría que basarse en la premisa “de que casos de los que no hemos tenido experiencia deben ser semejantes a aquellos en que sí la hemos tenido, pues la naturaleza sigue siempre uniformemente el mismo curso” (III, VI, 196). Es fácil sin embargo convencerse de que ningún argumento demostrativo puede probar esta premisa. En efecto, podemos cuanto menos “concebir un cambio en el curso de la naturaleza, y ello prueba suficientemente que tal cambio no es absolutamente imposible”. Según Hume, “formar una idea clara de algo es un argumento innegable de su posibilidad, y constituye por sí solo una refutación de cualquier pretendida demostración en contrario” (III, VI, 196). Las reglas de la lógica por sí solas no excluyen como contradictorio un cambio en el curso de los hechos naturales. Por lo tanto, desde la perspectiva de la razón, tal cambio puede pensarse como posible. Podemos entonces concluir que *la experiencia no produce en la mente la idea de la causalidad mediante la facultad del entendimiento*. Como dice Hume, “aun ayudada por la experiencia y observación de su conjunción constante en todos los casos pasados, la razón no

puede mostrarnos nunca la conexión de un objeto con otro” (III, VI, 199).

Al pasar de un objeto a otro en la conexión causal la mente no estará determinada por la razón sino “por ciertos principios que asocian las ideas de estos objetos y las unen en la imaginación” (III, VI, 199). Estos serán nuevamente principios inherentes a la naturaleza humana. La única noción que tenemos de la causalidad es la de una conjunción constante entre objetos. Según Hume “no es posible penetrar en la razón de esa *conjunción*, sino que observamos tan solo la cosa misma” (III, VI, 201). Aunque también es desde luego “una relación filosófica” en cuanto puede ser objeto de una reflexión que esclarezca sus propiedades, la causalidad es ante todo, en la vida práctica, “una relación natural” que propicia en la imaginación una unión entre ideas. “Todas estas operaciones [las operaciones de inferencia causal], nos dice Hume en la *Investigación*, son una clase de instinto natural que ningún razonamiento o proceso de pensamiento y comprensión puede producir o evitar” (*Inv.*, sec. 5, p. 70). Como ocurría en el caso de la existencia continua y distinta de los objetos, la imaginación al propiciar la unión causal entre ideas se pondrá al servicio de la vida.

Esta primacía que se le concede a la vida sobre el pensamiento, a la práctica humana sobre la especulación es un aspecto característico e importante de la reflexión filosófica de Hume. A pesar de la crítica racional implacable a la que el autor del *Tratado* somete tanto la convicción de la existencia de objetos exteriores como la lógica del nexo causal, se descubre en Hume un profundo respeto por la *creencia arraigada* que los hombres tienen en esa existencia y en ese nexo. La filosofía de Hume justifica la creencia en función de la vida.

La existencia de un nexo causal entre ideas, más que una conclusión del entendimiento, es pues una *creencia* firmemente arraigada<sup>12</sup>. Como toda creencia consiste en una “afección o sentimiento” independientemente de la voluntad y que surge de

---

12. Para Hume la creencia es una forma, dotada de especial vivacidad y fuerza, cómo una idea se presenta a la mente. La diferencia entre una *ficción* y una *creencia* no reside en el contenido mismo de la una o de la otra sino en el *modo* en que son concebidas. “Una idea a que se presta asentimiento se *siente* de un modo distinto a una idea ficticia, presentada por la sola fantasía. Es este diferente sentimiento el que me esfuerza por explicar, denominándolo *fuerza*,

manera inmediata “sin ninguna nueva operación de la razón y la imaginación” (III, VIII, 215). Hume relaciona la creencia en el nexo causal con la *costumbre*. “Como denominamos *costumbre* a todo lo procedente de una repetición pasada sin ningún nuevo razonamiento o conclusión, nos dice, podemos establecer como verdad segura que toda creencia que sigue a una impresión presente [y tal es el caso de la inferencia causal] se deriva exclusivamente de ese origen” (III, VIII, 215). Como ya lo habíamos señalado, la posibilidad que tiene la mente de adquirir costumbres puede considerarse, en el sistema de Hume, como un principio fundamental de la naturaleza humana. El hábito que nos hace asociar la causa al efecto sin la mediación de ningún tipo de razonamiento, surge y se perfecciona gradualmente a través de la repetición de casos similares. La perfección del hábito puede llegar, según Hume, a tal grado que el juicio que asocia el efecto a la causa tiene para la mente “una seguridad plena” (III, XII, 250).

La necesidad que se piensa como inherente al nexo causal, no tiene para Hume más fundamento que la costumbre adquirida, a través de la experiencia repetida de casos semejantes. La idea defendida por Locke, de la existencia en el objeto que actúa como causa de un “poder” o de una “potencia” que produciría el efecto es apenas una hipótesis que no puede ser demostrada. De hecho, como ya lo habíamos señalado, la razón no puede descubrir en ninguna cualidad del objeto que hace las veces de causa el nexo que lo liga al efecto. La idea de *causa* y la de *comienzo* son distintas y nada hay en la una que implique racionalmente la otra. Pero la experiencia tampoco nos proporciona comprensión alguna sobre la “estructura interna” o el “principio activo” de los objetos que podría producir la conexión causal (III, XIV, 296). La repetición de casos similares no puede engendrar *por sí sola* una idea original diferente de las que se encuentran en cada caso particular. La experiencia se limita a “acostumbrar a la mente a pasar de un objeto a su acompañante usual. La repetición, como dice Hume, tan solo

---

*vivacidad, solidez, firmeza o consistencia* mayores. Esta variedad de términos, en apariencia tan poco filosófica, intenta únicamente expresar ese acto de la mente que hace que las realidades nos resulten más patentes que las ficciones...” (III, VII, 207). Véase también el apéndice al *Tratado* (Vol. III, p. 879).

produce en la mente una 'determinación' que le hace asociar un objeto a otro" (III, XIV, 292). En esta determinación consiste *unicamente* la necesidad. Su esencia no es sino "esa inclinación producida por la costumbre a pasar de un objeto a la idea de su acompañante habitual" (III, XIV, 292). Por eso puede decir Hume, en una formulación que implica a la vez una crítica a las concepciones de Locke y de Berkeley y un giro de gran originalidad con respecto a ellas:

"La eficiencia o energía de las causas no está ni en las causas mismas, ni en la divinidad, ni en la concurrencia de estos dos principios, sino que pertenece por entero al alma, que considera la unión de dos o más objetos en todos los casos pasados. Aquí es donde está el poder real de las causas, a la vez que su conexión y necesidad" (III, XIV, 293).

Pensar la causalidad en términos de un "poder" inherente a los objetos mismos, "transferir la determinación, del pensamiento, a los objetos externos, y suponer que hay una conexión real e inteligible entre ellos" no solo significa formular una hipótesis que ni la razón ni la experiencia pueden comprobar. Es también hacer de una noción completamente oscura un principio de la filosofía. ¿Qué significa en efecto ese "poder" que supuestamente generaría el efecto? ¿A qué impresiones podría remitirse esa idea? Nos es imposible saberlo. Lo único que podríamos llegar a admitir es que en los objetos, "sean materiales o inmateriales" puede haber cualidades "de las que no sabemos absolutamente nada". Con darle el nombre "poder o eficiencia" a esas cualidades no habremos avanzado un solo paso en el conocimiento de la causalidad.

No se nos escapa la importancia de la conclusión a la cual ha llegado Hume: el origen de la necesidad que le atribuimos al nexo causal no reside en los objetos sino en la mente. La esencia de esa necesidad no es, sin embargo, racional; reside tan solo en la costumbre que determina la conexión que la mente efectúa entre los objetos<sup>13</sup>. La causalidad, como ya lo habíamos señala-

---

13. En la *Investigación*, Hume reduce incluso la conexión entre causa y efecto a un "sentimiento o impresión" en la mente: "... tras la repetición de casos similares, la mente es conducida por hábito a tener la expectativa, al

do más arriba, es la base del conocimiento de lo que Hume denomina "cuestiones de hecho"<sup>14</sup>. Por eso mismo podrá decir nuestro autor, refiriéndose a la reflexión sobre estas "cuestiones", que la costumbre es el "fundamento de todos los juicios" (III, XIII, 270) o bien que "todo razonamiento no es otra cosa que el efecto de la costumbre" (III, XIII, 271).

Locke dividía todos los razonamientos en los que se basa el conocimiento humano en *demostrativos* y *probables*. Desde el punto de vista de Hume esta división no es suficientemente precisa. En efecto, si nos atenemos a ella, tendríamos que decir que no es sino probable que "todos los hombres han de morir" o que "el sol saldrá mañana" (*Inv.*, sec. 6, nota 1, p. 80). Todas las "cuestiones de hecho" no serían sino probables ya que la razón nunca podrá probarnos su acaecer. La búsqueda de una clasificación más precisa lleva a Hume a dividir las operaciones de la razón en *conocimientos*, *pruebas* y *probabilidades* (III, XI, 243). El *conocimiento* es la seguridad que proviene de la comparación de ideas. Esta comparación, ya sea que se dé intuitivamente de manera inmediata o por un encadenamiento de ideas intermedias, es el tipo de conocimiento que se pone en juego al estudiar las "cuestiones de ideas" a las que pertenecen los razonamientos de la geometría y sobre todo los del álgebra y la aritmética (III, I, 173). Los criterios de comparación provienen, en este modo de conocer, de las ideas mismas sin que se haga necesario recurrir a la experiencia. El conocer por medio de *pruebas* es el que se aplica a las "cuestiones de hecho" y se basa en la relación causa-efecto. Aunque se trata aquí de una clase de conocimiento diferente de la anterior puesto que su base no

---

aparecer un suceso, de su acompañante usual, y a creer que existirá. Por tanto esta conexión que *sentimos* en la mente, esta transmisión de la representación de un objeto a su acompañante usual, es el sentimiento o impresión a partir del cual formamos la idea de poder o de conexión necesaria. No hay más en esta cuestión" (*Inv.*, sec. 7, p. 100). Más adelante también se lee: "... cuando decimos que un objeto está conectado con otro, sólo queremos decir que han adquirido una conexión en nuestro pensamiento y originan esta inferencia por la que cada uno se convierte en prueba del otro, conclusión algo extraordinaria, pero que parece estar fundada con suficiente evidencia" (*Ibid.*).

14. En la *Investigación* dice Hume al respecto: "Todos nuestros razonamientos acerca de cuestiones de hecho parecen fundarse en la relación de *causa* y *efecto*. Tan solo por medio de esta relación podemos ir más allá de la evidencia de nuestra memoria y sentidos" (*Inv.*, sec. 4, p. 49).

reside tanto en la comparación de ideas como en una costumbre que automáticamente nos trae a la mente una de las ideas de la relación causal cuando se nos presenta la otra, también en este tipo de inferencias la mente puede lograr argumentos que estén “enteramente libres de duda e incertidumbre” (III, XI, 244). Sin embargo muchas veces, al considerar las “cuestiones de hecho”, la evidencia se acompaña de incertidumbre; tenemos entonces un conocimiento que es apenas *probable*.

Para Locke el conocimiento propio de la física era imperfecto porque, aunque se basaba como todo conocimiento en una comparación de ideas, éstas no podían coincidir, como sí ocurría en el caso de las matemáticas, con sus “arquetipos”. A Hume le interesa ante todo la *impresión de certeza* que un determinado conocimiento produce en la mente. Incluso para él una certeza absoluta, que lograrse captar, independientemente de las impresiones, la esencia de las cosas, no tendría sentido. El conocimiento de la física —sobre cuestiones de hecho— es de *naturaleza diferente* al de las matemáticas. Sin embargo, si ese conocimiento se basa en un hábito perfecto, puede producir una impresión mental de certeza tan grande como la del conocimiento matemático. Pero incluso en este caso será de todas formas tan solo un conocimiento de experiencia que no puede justificar la impresión de necesidad que produce sino recurriendo a una costumbre que ha devenido prácticamente, por efecto de una repetición constante, en una segunda naturaleza para el hombre.

De todas formas, y sobre todo en los casos inciertos, el filósofo puede regular sus juicios sobre las causas y los efectos por medio de ciertas reglas formadas, según Hume, “con base en la naturaleza de nuestro entendimiento, así como sobre nuestra experiencia de sus operaciones en los juicios que hacemos de los objetos” (III, XIII, 271). Hume recoge en las tres primeras reglas la propiedades ya establecidas de contigüidad, sucesión y conjunción o unión constante entre causa y efecto. La cuarta y la quinta reglas recuerdan dos de las “reglas para filosofar” de Newton: las mismas causas producen siempre los mismos efectos y a iguales efectos habrá que atribuir en lo posible las mismas causas. Las otras tres reglas se refieren a la atribución de causas cuando se presentan efectos variables (III, XV). Para Hume, de alguna manera las reglas compendian, como él mismo dice, “toda la lógica que creo conveniente

emplear en mis razonamientos". Incluso, agrega, "es posible que ni siquiera fuese muy necesaria [esa lógica], pues podría haber sido suplida por los principios naturales de nuestro entendimiento" (III, XV, 304). Reglas como las que enuncia Hume son "muy fáciles de inventar pero extremadamente difíciles de aplicar" porque en la naturaleza los hechos y las circunstancias se imbrican con un grado tal de complejidad que se requiere "la máxima tensión del juicio humano" para separar lo superfluo de lo importante y poder llegar a las verdaderas causas de los fenómenos. La exposición sistemática de los nexos causales constituye de todas formas, para Hume, un propósito central de la indagación en la ciencia natural.

### 3.5. EL MÉTODO Y LA EXPERIENCIA EN NEWTON Y EN HUME

La influencia de la obra de Newton sobre el autor del *Tratado* se ejerce principalmente en aspectos relacionados con la concepción de la ciencia y con el método. Aunque a lo largo del *Tratado* y de la *Investigación* sólo se alude a Newton ocasionalmente, la influencia metodológica de obras como los *Principia* y la *Optica* se percibe en numerosos apartes de aquellos escritos.

Con la *teoría de los colores* y sobre todo con los *Principia*, Newton logra establecer sistemas teóricos, fundamentados sobre principios, que explican de manera unificada toda un clase de fenómenos. La teoría, al establecer nexos entre significados y conceptos, se convierte también en una forma particular de captación y de interpretación de un sector de la realidad física. En el caso newtoniano el sistema teórico abre la posibilidad de establecer nuevas formas significativas de interacción con los fenómenos que se concretan en los *experimentos* que la teoría permite diseñar y cuyos resultados también permiten prever. En los escritos metodológicos realizados durante la polémica que suscitó la *teoría de los colores* o en las formulaciones más elaboradas sobre el *método de análisis y síntesis* en la *Optica*, Newton sostiene que los principios sobre los cuales se fundamentan los sistemas teóricos se "deducen" de la observación y del experimento. Por eso mismo, toda "hipótesis" que no pudiese ser sometida a una corroboración en la experiencia debería rechazarse. Los principios fundamentales, que en el caso de

la teoría de los colores y de la mecánica Newton denomina matemáticos, permiten a través de desarrollos deductivos el estudio de fenómenos particulares. Como ya lo habíamos visto en la primera parte de este trabajo, esta última es la etapa metodológica que Newton denomina de síntesis (*Optica*, cuestión 31). Aunque para Newton los principios son matemáticos, recordemos que su evidencia no es propiamente la de las demostraciones matemáticas. Su evidencia no proviene sino de la experiencia y puede por lo tanto ser puesta en cuestión. Para Newton los principios y la teoría misma que en ellos se sustenta no agotan en general *toda la explicación* del campo de fenómenos al cual se refiere. Detrás de la experiencia debe ser posible encontrar causas tal vez más fundamentales, ya sea que estas causas de tipo mecánico se relacionen con los corpúsculos materiales que componen los cuerpos, ya sea que se vinculen con Primeros Principios que reflejan la acción de Dios sobre el mundo. Incluso, como ya lo habíamos visto en la primera parte de este trabajo, en ciertos pasajes de sus obras Newton señala cómo la finalidad última de la filosofía natural debería residir en un acercamiento a esas causas primeras. La ciencia debe elevarse gradualmente en el alcance de las causas hasta llegar a la *primerísima causa* que ciertamente, para Newton, no es mecánica.

Los aspectos centrales sobre la concepción y el método newtonianos de la ciencia natural que hemos resumido apretadamente debieron ejercer una influencia grande sobre Hume. De alguna manera el *Tratado* quiere ser en el dominio de la naturaleza humana lo que fueron los *Principia* en el dominio de la naturaleza física: una ciencia sistemática fundamentada sobre principios de experiencia. Incluso, como lo veíamos al comienzo de este capítulo, esa ciencia de la naturaleza humana debería ser para Hume la “única fundamentación sólida” de las demás ciencias. Varios son los principios de la naturaleza humana que Hume enuncia a lo largo del *Tratado*. Entre ellos cabría mencionar como especialmente significativos, dentro del sistema elaborado en el *Tratado*, tres principios que además diferencian nítidamente la obra de Hume de la de sus dos más notables antecesores. Estos serían: el “principio unificador” de la *asociación de ideas* a partir de las cualidades de semejanza, contigüidad en el espacio o el tiempo y causa y efecto (I, IV), la *costumbre*, o mejor la capacidad de adquirir por experiencia

hábitos como principio que fundamenta la creencia arraigada en el nexo causal (III, VIII) y finalmente el principio, varias veces enunciado y aplicado a lo largo de la obra, que podríamos llamar de *atomismo o diferenciabilidad de las ideas*, según el cual toda idea diferente de otra es distinguible de ésta y siendo distinguible puede también ser separada de ella por el pensamiento o la imaginación (I, VII). Este último principio es también un principio filosófico; expresa, como ya lo habíamos indicado, una posición de rechazo al dualismo que separa la realidad en apariencias y esencias. Para Hume la observación y la experiencia constituyen las únicas bases de estos principios. Pretender llegar, más allá de la experiencia, a causas profundas que los justifiquen significa correr el riesgo de alejarse de la certeza para caer en “hipótesis” arbitrarias. “Toda hipótesis que pretenda descubrir las últimas cualidades originarias de la naturaleza humana, nos dice Hume, deberá rechazarse desde el principio como presuntuosa y quimérica” (Int., 83)<sup>15</sup>. Igualmente quimérica es para Hume la pretensión de ascender en la cadena de las causas más allá de aquéllas que nos son dictadas por la experiencia, no ya en el estudio de la naturaleza humana sino en el de los fenómenos naturales. “Se reconoce, nos dice en la *Investigación*, que el mayor esfuerzo de la razón humana consiste en reducir los principios productivos de los fenómenos naturales a una mayor simplicidad, y los muchos efectos particulares a unos pocos generales por medio de razonamientos

---

15. Es pertinente observar sin embargo que no siempre se atiende Hume rigurosamente a este precepto metodológico. Refiriéndose al principio de asociación de ideas dice Hume: “Cuando yo admitía que las relaciones de  *semejanza, contigüidad y causalidad* son los principios de unión de las ideas, sin examinar sus causas, hacía esto más por seguir mi primera máxima: que debemos en última instancia conformarnos con la experiencia, que por falta de algo especioso y plausible que pudiera haber presentado al respecto. Habría resultado muy fácil hacer una imaginaria disección del cerebro, mostrando por qué cuando concebimos una idea los espíritus animales corren por todas las huellas contiguas, despertando a las otras ideas relacionadas con la primera...” (II, V, 16). Como se ve, Hume cae aquí en la tentación de fundar sus principios de asociación en la acción mecánica de los “Espíritus animales” en el cerebro. Recordemos cómo en una forma algo análoga, Newton, mientras trabajaba su teoría de los colores con base en principios de experiencia, intentaba en sus cuadernos de notas explicar los efectos pensando la luz como un flujo de partículas. En ambos casos se refleja la influencia de la filosofía mecanicista en las ciencias.

apoyados en la analogía, la experiencia y la observación. Pero en lo que concierne a las causas de estas causas generales vanamente intentaríamos su descubrimiento, ni podremos satisfacerlos jamás con cualquier explicación de ellas. Estas fuentes y principios últimos están totalmente vedados a la curiosidad e investigación humanas” (*Inv.*, sec. 4, 53. Subrayado nuestro)<sup>16</sup>. Podría decirse, interpretando a Hume, que esos supuestos principios últimos que trascienden la experiencia no son nada para el hombre.

Newton ciertamente no estaría dispuesto a compartir todas estas afirmaciones de Hume. Hay principios y causas reales en la naturaleza —como podrían ser, por ejemplo, el espacio absoluto o la fuerza de gravitación, o eventualmente el éter o las partículas de luz— que escapan ellos mismos a la experiencia sensible y que no pueden conocerse sino indirectamente a través de sus efectos. Pero la ciencia *debe penetrar esos principios*; esa es justamente su finalidad, hasta llegar incluso, repitémoslo, a la “causa primera”. Las causas, desde luego, no pueden inventarse, proponerse sin mediación desde un comienzo. Es necesario llegar a ellas gradualmente a través de la observación y la experimentación cuidadosas, a través del *análisis* de esa *experiencia depurada* que constituye el campo de trabajo del hombre de ciencia. Sólo en contados casos, es cierto, se podrá llegar a una certeza sin sombras. En general, el hombre de ciencia tendrá que mantener la actitud escéptica frente a los resultados de su trabajo y la disposición a revisar y modificar lo que se ha logrado. Pero por tortuoso que sea el camino la *verdad absoluta*

---

16. En el *Tratado* Hume trae un juicio en el mismo sentido aunque menos radical: “... nunca fue mi intención penetrar en la naturaleza de los cuerpos o explicar las causas secretas de sus operaciones. En efecto, además de que ello no entra en mis presentes intenciones, me temo que tal empresa esté más allá de la capacidad del entendimiento humano, y que jamás podremos pretender conocer de otra manera los cuerpos *que por las propiedades externas manifestadas a los sentidos*” (II, V, 164, subrayado nuestro). También se lee más adelante en una nota del *Tratado* añadida por Hume en su apéndice al libro III: “Mientras limitamos nuestras especulaciones a la *aparición* sensible de los objetos, sin entrar en disquisiciones sobre su naturaleza y operaciones reales, estaremos libres de toda dificultad y ningún problema nos pondrá en apuros... Si llevamos nuestra investigación más allá de la manifestación sensible de los objetos, me temo que la mayoría de nuestras conclusiones estén llenas de escepticismo e incertidumbre” (II, V, 164, subrayado nuestro).

—para Newton, el acercamiento a Dios— no puede descartarse del horizonte de la ciencia.

Hume se opone de manera radical a las pruebas teológicas a partir de la ciencia. Ciencia y teología deben mantenerse como campos esencialmente diferentes y separados. El uno se ocupa exclusivamente de cuestiones de experiencia; el otro de asuntos que irremediablemente la trascienden. “¿Qué ha de pensar un filósofo de aquellos vanidosos razonadores que, en lugar de considerar el escenario actual de las cosas como el único objeto de su contemplación, tanto alteran todo el curso de la naturaleza como para hacerlo meramente la antesala de algo más allá, un porche que conduce a un edificio mayor y muy distinto, un prólogo, que sirve sólo para representar la obra y darle más gracia y propiedad? ¿De dónde, pensáis, pueden sacar tales filósofos su idea de los dioses?”, pregunta Hume en la *Investigación* y a renglón seguido él mismo contesta: “De su orgullo e imaginación sin duda, pues si la derivasen de los fenómenos presentes nunca apuntaría a algo más allá, sino que tendría que estar exactamente ajustada a ellos” (*Inv.*, sec. 11, p. 168). Inferir una causa inteligente para explicar el orden del mundo es adoptar un principio a la vez “incierto e inútil”. “Es incierto porque el tema cae totalmente allende el alcance de la experiencia humana” (*Inv.*, sec. 11, p. 169). Es inútil porque al derivarse todo el conocimiento que poseemos de esa supuesta causa primera del curso observable de la naturaleza, jamás podremos volver de esa causa con algún principio nuevo que complemente nuestro conocimiento del mundo natural o que nos permita “establecer nuevos principios de conducta y comportamiento”<sup>17</sup>. De igual manera, en el *Tratado*, Hume critica, atribuyéndola en especial a los cartesianos, la concepción newtoniana de una materia que por sí misma es totalmente pasiva y que para poder cambiar, interactuar o entrar en movimiento requiere de *principios activos no materiales* (III, XIV, 284). Se está suponiendo aquí nuevamente una causa que al trascender los límites de

---

17. Insistiendo sobre la misma idea, nos dice Hume más adelante: “... toda la filosofía del mundo y toda la religión, que no es sino una clase de filosofía, jamás serán capaces de llevarnos más allá del curso habitual de la experiencia o darnos pautas de conducta o comportamiento distintas de las que nos suministra la reflexión sobre la vida común” (*Inv.*, sec. 11, p. 173).

la experiencia no puede ser sino una hipótesis o una especulación sin fundamento.

Tanto para Newton como para Hume los principios de la ciencia tienen su base en la experiencia. Sin embargo la concepción misma de experiencia es indudablemente distinta para los dos autores. Para Newton la experiencia tiene un valor objetivo en la medida en que puede informarnos sobre regularidades del mundo natural existentes independientemente del hombre y que puede también conducirnos a las causas que explican esas regularidades. En la naturaleza misma existe una *necesidad* que encadena los fenómenos. La tarea de la ciencia es descubrir esa necesidad basándose en una experiencia que se afina y se depura permanentemente. La experiencia de la ciencia no es la de la vida cotidiana. La primera separa y aísla fenómenos que en la cotidianidad se confunden, selecciona aspectos de cada fenómeno que desde la reflexión teórica aparecen como particularmente relevantes, afina sus procedimientos para estudiar en el detalle esos aspectos. En resumen, se trata esencialmente de una experiencia de laboratorio que muchas veces no guarda continuidad con la experiencia cotidiana<sup>18</sup>.

Con relación a Locke y a Berkeley le cabe a Hume el mérito de haber cuestionado la experiencia que sus dos grandes antecesores asumían sin crítica. La experiencia no puede reducirse a los contenidos recibidos o elaborados por la mente. Parecen ser esenciales en ella no tan solo la organización misma de esos contenidos sino sobre todo la creencia arraigada en la existencia independiente y continua de los objetos y la creencia, que ninguna reflexión logra disolver en forma permanente, en el nexo causal que liga los objetos y los acontecimientos. En otras palabras, la *impresión de necesidad* que producen los acontecimientos en lo que denominamos el mundo natural, es un aspecto esencial de la experiencia. ¿Dónde reside el secreto de estas creencias o impresiones arraigadas que forman el núcleo de

---

18. Piénsese, por ejemplo, en el experimento sobre los colores de la luz presentado en el primer capítulo de este trabajo. Alejándose de los aspectos que en la cotidianidad más impresionan, los colores, Newton centra su atención en un aspecto que una reflexión teórica previa (la ley de la refracción) ha señalado como relevante: la *forma* del espectro en la pared. El fenómeno que estudia Newton en el laboratorio no es en realidad el mismo que se muestra en la observación desprevenida de la vida cotidiana.

toda experiencia sobre el mundo natural? Como ya lo hemos señalado, la razón no logra encontrar ninguna justificación de estas creencias en los objetos mismos sobre los cuales recae la impresión de la existencia externa o del nexo causal. Tampoco es el entendimiento el que produce estas creencias que persisten incólumes después incluso de que la reflexión ha develado su total falta de fundamentación. Como dice Hume “el principio de unión entre nuestras percepciones internas es tan ininteligible como el que une los objetos externos...” (III, XIV, 296). Hume apela, ya lo sabemos, a la *costumbre*, entendida como principio original de la naturaleza humana, para explicar esas creencias arraigadas. La esencia misma de la experiencia y también su eficacia para la vida residen precisamente en la capacidad que tiene la mente de adquirir hábitos por su repetición. “Ya hemos examinado y explicado suficientemente la naturaleza y efectos de la experiencia, nos dice Hume. Esta no nos proporciona nunca comprensión alguna de la estructura interna o del principio activo de los objetos, sino que se limita a acostumbrar a la mente a pasar de unos a otros” (III, XIV, 296).

Hume admite, desde luego, la posibilidad de afinar las inferencias de la experiencia cotidiana. Siempre es posible, por ejemplo, recurrir a observaciones sistemáticas y cuidadosas con ayuda de instrumentos para precisar nexos causales que la experiencia cotidiana apenas hace sospechar. Es también posible diferenciar y atribuir causas para explicar efectos mediante la reflexión cuidadosa sobre los hechos de experiencia con la ayuda de las “reglas para juzgar de las causas y los efectos” (III, XV) que mencionábamos más atrás. Sin embargo, para Hume, estos procedimientos propios de las actividades científicas no hacen sino precisar lo que ya está presente en la experiencia cotidiana: la conjunción constante de impresiones. La experiencia científica no constituiría por lo tanto una ruptura esencial con la experiencia cotidiana. Debería más bien pensarse como una continuación de ésta que, es cierto, logra llegar un poco más lejos gracias a la afinación y sistematización de los procedimientos. Por el contrario, en la ciencia newtoniana, como lo señalábamos más arriba, la experiencia depurada de la ciencia logra en ocasiones revelar aspectos que la experiencia cotidiana no puede mostrar. La ciencia introduce cambios en la concepción misma de los fenómenos y por lo tanto formas

distintas de percibirlos; puede llegar así a una transformación radical de la experiencia.

¿Qué consecuencias con respecto a la ciencia natural podrían derivarse del concepto de experiencia que acabamos de exponer? Hume ha sometido el concepto de necesidad natural a una crítica devastadora. La necesidad ya no es nada en el mundo de la naturaleza. Ha quedado reducida a una mera creencia o impresión mental apoyada en la costumbre. “Nuestra idea de necesidad y causación, dice Hume, proviene exclusivamente de la uniformidad que puede observarse en las operaciones de la naturaleza, en las que constantemente están unidos objetos similares, y la mente es llevada por costumbre a inferir uno de ellos por la aparición del otro. *Sólo estas dos circunstancias constituyen la necesidad que adscribimos a la materia.* Más allá de la *conjunción* constante de objetos similares y la consecuente *inferencia* del uno a partir del otro, no tenemos noción alguna de necesidad o conexión” (Inv., sec. 8, pp. 106-107. El primer subrayado es nuestro). El objeto de la ciencia ya no puede ser por lo tanto, como lo pensaba Newton, la búsqueda y la descripción de una supuesta necesidad inherente a la naturaleza misma. Como en el sistema de Berkeley, la tarea de la ciencia se reduce esencialmente a la descripción de regularidades, de “conjunciones constantes”. La búsqueda de nexos causales, es cierto, tiene aún vigencia en la concepción de nuestro autor. Pero esos nexos no expresan ahora sino regularidades de experiencia sin ninguna razón que los sustente. “Incluso en los acontecimientos más familiares, nos dice Hume, la energía de la causa es tan poco inteligible como en los más insólitos... sólo aprendemos de la experiencia la *conjunción* constante de objetos, sin ser jamás capaces de comprender nada semejante a una *conexión* entre ellos” (Inv., sec. 7, p. 94). En el fondo la ciencia natural se apoya en el único supuesto de que “el futuro se asemeja al pasado”. Esta hipótesis sin embargo carece de todo fundamento *racional* sólido: “... podemos observar que la suposición de que el *futuro se asemeja al pasado* no está basada en argumentos de ningún tipo, sino que se deriva totalmente del hábito, por el cual nos vemos obligados a esperar para el futuro la misma serie de objetos a que estamos acostumbrados” (III, XII, 254).

Por paradójico que pueda parecer —ya que los logros y el método de la ciencia newtoniana inspiran en buena medida el

trabajo de Hume— la reflexión de nuestro autor tiende, toda ella, a restarle trascendencia a la ciencia natural. Como todo conocimiento humano, la ciencia natural no puede ocuparse sino de impresiones e ideas; sólo se logra, en el mejor de los casos, describir las regularidades existentes entre esa clase de ideas que conforman lo que llamamos mundo natural. Es ilusorio pensar que la ciencia de la naturaleza pueda captar alguna necesidad inherente a los objetos, a las ideas o a los hechos mismos. Lo único que la experiencia —y por tanto también la ciencia— puede descubrir es la “conjunción constante” que se da entre determinadas ideas. La tarea de la ciencia no es sino esa: encontrar y expresar esas conjunciones. De esta manera puede ponerse al servicio de la vida. Pero debe renunciar al mismo tiempo a toda pretensión ilusoria de alcanzar verdades trascendentes o absolutas.

Pero cabría finalmente preguntar si lo que ha hecho Hume en fin de cuentas no es sino intentar el reemplazo de unos absolutos por otros. La naturaleza física por la naturaleza humana: los absolutos a los cuales aspira la ciencia newtoniana por los principios que rigen la naturaleza del hombre. Esta es posiblemente la gran paradoja del sistema de Hume. Critica las pretensiones trascendentes de la ciencia natural reduciendo sus logros a la descripción de regularidades de experiencia que pueden ser útiles para la vida; subvierte de la misma manera las pretensiones excesivas de la razón mostrando cómo en el fondo, más que sobre la razón misma, el conocimiento de los hechos se sustenta sobre la costumbre y sobre la creencia arraigada y señalando cómo estas últimas prevalecen en las explicaciones a pesar de la crítica racional que devela la imposibilidad de demostrar la existencia de objetos exteriores y la necesidad en el nexo causal; pero —y esto es lo paradójico— todo ello se hace desde una reflexión que se propone elaborar precisamente una *ciencia* de la naturaleza humana.



## A MANERA DE CONCLUSION LA CIENCIA NEWTONIANA Y EL EMPIRISMO

### 1. *Dos formas de explicación en la filosofía natural de Newton. La interpretación de la ciencia matemática por el empirismo filosófico*

Desde el punto de vista metodológico uno de los aspectos más sobresalientes —y también uno de los aspectos que más repercusiones tendrá en la manera de abordar los problemas de la física por parte de los hombres de ciencia sucesores de Newton— es la diferenciación y la separación nítida que Newton establece entre dos formas de explicar los fenómenos naturales. Por una parte, una explicación “matemática” que se fundamenta sobre principios “deducidos” de un análisis de la experiencia y que a partir de éstos procede deductivamente construyendo un sistema teórico y, por otra parte, una explicación “física” que pone el énfasis en la naturaleza material de los fenómenos mismos y en la causalidad mecánica que los liga.

La forma de explicación que el mismo Newton en ocasiones denomina “matemática”, es la que predomina en obras acabadas como los *Principia* y la *Optica de los colores*. La explicación es matemática en un doble sentido. En primer lugar los principios que forman la base de la explicación son “abstractos” en la medida en que prescinden de la naturaleza física de los fenómenos involucrados. Con respecto a la óptica de los colores, por ejemplo, Newton hablará de una “teoría matemática” no porque en su desarrollo se hayan empleado procedimientos mate-

máticos sino porque la luz, en esa teoría, ha sido tratada “abstractamente” como conglomerado de “rayos” sin hacer referencia alguna a su naturaleza material (corpuscular u ondulatoria). De la misma manera, los axiomas de la mecánica en los *Principia* hacen referencia a las fuerzas dejando de lado el problema de su naturaleza física y de las formas concretas cómo su acción se ejerce sobre los cuerpos. Pero, en segundo lugar, el enfoque es también matemático porque estos principios abstractos son el punto de partida de procesos deductivos que muchas veces —aunque, como lo señala el mismo Newton, éste no es siempre el caso— pueden apoyarse de manera fructífera sobre técnicas y procedimientos matemáticos. Los principios, los conceptos que en éstos se ponen en juego, las reglas de inferencia aceptadas implícita o explícitamente como válidas, las proposiciones deducidas conforman un sistema teórico. Aunque tal vez Newton no pueda tener aún plena conciencia de ello, es claro que ese sistema condiciona, incluso determina, de manera radical la forma misma de pensar una determinada clase de fenómenos. La esencia misma del fenómeno —podríamos decir, reflexionando hoy sobre el significado de la empresa newtoniana— queda en parte determinada por el sistema teórico que lo explica. Explicar un fenómeno, dentro de este contexto “matemático”, es en efecto poder reducirlo al campo de racionalidad delimitado por el sistema teórico. No todos los fenómenos, es claro, podrán caer dentro de la órbita explicativa de una determinada teoría. La teoría de los colores, por ejemplo, no puede dar cuenta de los fenómenos de interferencia de la luz, ni la mecánica teórica, desarrollada en los *Principia*, ayuda a pensar el enigma de la aparición de colores cuando la luz blanca pasa por el prisma. Cada teoría posee su campo particular de fenómenos sobre el cual se apoya y con el cual se relaciona. Para Newton esta relación con lo fenoménico se da, por una parte, al comienzo de la elaboración teórica cuando los principios se establecen a través de un análisis de la experiencia (primera fase en el método de “análisis y síntesis”) y, por otra parte, a través de los experimentos diseñados y realizados cuando ya el sistema teórico o por lo menos sus bases se han establecido. Se establecen así conexiones e intercambios fructíferos entre la razón teórica y la experiencia. La primera se somete al veredicto de la observación y del experimento; la segunda, en tanto que experiencia científica, cobra pleno signi-

ficado, se moldea en parte y se afina según los dictados de la teoría.

Es claro que esta forma de explicación “matemática” va mucho más allá de lo que podría ser la simple “descripción matemática” de un fenómeno —términos estos últimos que se emplean con frecuencia para designar la manera como la ciencia matemática aprehende sus objetos—. Se trata, en el caso que estamos discutiendo, de una auténtica explicación no sólo porque el fenómeno o el hecho es pensado a través de la red conceptual de la teoría sino también porque esta última al unificar conceptualmente un campo de la experiencia establece nexos entre fenómenos que originalmente podrían aparecer como completamente desconectados. La gravitación universal, por ejemplo, permite relacionar estrechamente la caída de los cuerpos sobre la Tierra con el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y el de los planetas alrededor del Sol. La base explicativa de todos estos movimientos, disímiles a primera vista, es ahora una sola: la ley de la gravitación. De la misma manera la teoría de los colores permite relacionar la formación de los mismos en el experimento del prisma con la refracción de la luz y con la ley de la refracción que la gobierna. Esta forma de explicación “matemática” relega sin embargo a un segundo plano la *causalidad eficiente*. Ya no se trata principalmente de conectar los fenómenos según la relación causa-efecto o, en otras palabras, de entender la explicación de un fenómeno como la búsqueda de otro objeto, hecho o fenómeno que actuaría como causa del primero. Se trata más bien ahora de desplegar racionalmente la génesis y el desarrollo del fenómeno según leyes universales. La mecánica teórica, por ejemplo, permite entender la evolución, instante por instante, del movimiento de un cuerpo, relacionando en cada momento los cambios de movimiento con las fuerzas, según las tres leyes generales del movimiento. De manera similar la teoría de los colores permite entender la formación de los mismos al posibilitar la reconstrucción de la trayectoria individual de cada “rayo” usando la ley de la refracción y suponiendo “refrangibilidades” distintas para cada “rayo”. La *necesidad natural* no se expresa ahora a través de la conexión causa-efecto sino a través de la ley universal. Podría decirse que, por lo menos en esta fase de la explicación, la necesidad natural se ha hecho matemática. Pero, a pesar del rigor deductivo de las matemáticas, esa necesidad

reposa en fin de cuentas sobre principios de experiencia y puede por eso mismo ser puesta en cuestión. La experiencia, en efecto, no sólo es con frecuencia incierta sino que su misma complejidad posibilita muy diversas interpretaciones. Por esa razón, en la ciencia, la experiencia debe someterse a un proceso radical de selección de sus aspectos pertinentes —matematizables, diría un Galileo—, de estabilización bajo condiciones previamente definidas y de afinación por medio de la medición y de la técnica. Ya no se trata de la experiencia cotidiana sino de una experiencia científica, de una experiencia de laboratorio.

La forma de explicación “matemática” que hemos descrito será reconocida por los contemporáneos y sucesores del autor de los *Principia* como un aporte característico de la ciencia newtoniana. Sin embargo, como lo hemos señalado repetidas veces a lo largo de este trabajo, para el mismo Newton la explicación matemática no agotaba la razón de ser de los fenómenos. Los principios que fundamentan la teoría matemática deberían poderse explicar a su vez con base en una *causalidad eficiente* que ponga en juego la naturaleza física de los entes involucrados. Los principios de la teoría de los colores, por ejemplo, deberían poderse justificar no tan solo apelando a la experiencia sino haciendo intervenir también la naturaleza física de la luz que para Newton era de carácter corpuscular. De la misma manera, es bien sabido que Newton trabajó diversos modelos físicos en su intento de explicar causalmente la ley de la gravitación universal, apelando a la acción de un éter sobre los cuerpos interactuantes. En general la fuerza, que en la teoría desarrollada en los *Principia* puede pensarse como un término matemático que se relaciona abstractamente con la aceleración a través de la segunda ley de movimiento, era para Newton una causa real de los cambios de movimiento, una acción exterior a la materia misma que debía a su vez ser explicada causalmente. Sin embargo las explicaciones causales que ponen en juego la naturaleza material de los entes resultan ser problemáticas. Con frecuencia es posible encontrar varias causas diferentes que plausiblemente podrían dar cuenta del mismo efecto. En tales casos la necesidad que liga la causa con el efecto es precaria y muchas veces el vínculo es apenas hipotético. Newton conoce estas dificultades y por eso mismo, aunque juzga importantes las explicaciones causales para poder acceder plenamente a la verdad que se esconde detrás de los fenómenos, se

muestra reservado frente a ellas. El empirismo científico intenta dar cuenta de los hechos casi exclusivamente en el terreno de esta causalidad eficiente. Como se recordará, en la polémica sobre la teoría de los colores, las críticas de Newton a las explicaciones de Hooke, seguidor de esa corriente, apuntan a la precariedad de la necesidad involucrada en esas explicaciones: las “hipótesis” deben ser eliminadas de la filosofía natural.

Como ya lo hemos mencionado, es la *ciencia matemática* de Newton, cuyo núcleo explicativo reside en la ley universal, la que ejercerá una mayor influencia sobre la cultura científica y filosófica de su época. Los *Principia* se constituyen a este respecto en una obra paradigmática. El *empirismo filosófico*, en particular, interpretará también la ciencia newtoniana según esta vertiente matemática. El *empirismo científico*, recordémoslo, tendía en general a considerar impracticable la aplicación de las matemáticas —disciplina que trabaja con absoluta precisión pero sobre entes ideales— al estudio de los fenómenos naturales de por sí mutables e imprecisos y tendía también, como en el caso de Boyle, a desconfiar de los sistemas teóricos que jamás pueden llegar, en su esquematismo, a comprender la riqueza y la variedad de los nuevos hechos de experiencia que la ciencia continuamente descubre. Por el contrario, los tres grandes pensadores del empirismo filosófico, interpretándola cada uno de ellos a su manera, valorarán la ciencia matemática de Newton como un aporte fundamental al conocimiento de la naturaleza o por lo menos —este sería tal vez el caso de Locke— al *corpus* del saber matemático. Revisaremos en seguida las interpretaciones de la ciencia matemática de Newton que pueden leerse en las obras de estos pensadores.

Para Locke la física es esencialmente el conocimiento de los cuerpos “en su constitución, propiedades y operaciones” (*Ensayo*, IV, XXI, 2). Este conocimiento, recordémoslo, no puede ir para el autor del *Ensayo* mucho más allá de la experiencia. En ningún caso podría pretender alcanzar la universalidad reservada a disciplinas como la matemática y la moral que trabajan con objetos ideales elaborados, definidos si se quiere, libremente por iniciativa del intelecto. Por el contrario, las ideas de las sustancias y los conocimientos que de ellas podamos tener tienen que confrontarse con los “arquetipos”, como los llama Locke en el *Ensayo*, de esas ideas que son ahora exteriores a la mente. Un conocimiento sometido a esa confrontación no pue-

de regirse únicamente por la lógica de las operaciones mentales; debe remitirse necesariamente a la experiencia y ésta no puede darnos un conocimiento que vaya más allá de lo particular. Por eso mismo la ciencia matemática de los *Principia*, de la cual Locke reconoce el carácter de universalidad y de necesidad, no es para el autor del *Ensayo* un conocimiento de los cuerpos o de las sustancias. No sería por lo tanto, en sentido estricto, una obra de física. Para Locke, lo que Newton habría logrado hacer en los *Principia* es elaborar una descripción matemática coherente de posibles movimientos de cuerpos celestes y de otros cuerpos considerados en abstracto, es decir, sin hacer intervenir sus propiedades sustanciales. Sólo en la medida en que las propiedades de estos entes matemáticos abstractos y las condiciones bajo las cuales se estudian matemáticamente sus movimientos coincidan con propiedades y condiciones de cuerpos físicos reales y de sus movimientos, a éstos también podrán aplicarse las conclusiones del análisis matemático. Como se ve, la posibilidad de esta aplicación es esencialmente fortuita y carente de necesidad. Los resultados de los *Principia* —obra que para Locke es un extraordinario tratado de matemáticas— tienen, para el autor del *Ensayo*, el mismo grado de validez que los teoremas de la geometría de Euclides: el grado de validez que confiere la demostración matemática. Que esos resultados puedan coincidir con hechos de experiencia es para Locke una consecuencia hasta cierto punto secundaria.

Para Berkeley la naturaleza no es sino la sucesión estable, ordenada, previsible que, por voluntad de Dios, tienen ciertas ideas —aquellas que se refieren a los objetos llamados exteriores— en la mente de los hombres. Las ideas no se encadenan según alguna necesidad o causalidad inherente a ellas. En la experiencia, se suceden de manera regular unas a otras porque así lo ha querido la sabiduría y la bondad del Creador. Por lo tanto, más apropiado que considerar que dos ideas se enlazan como causa y efecto —presuponiendo en esta consideración una necesidad que no existe— es pensar que las dos ideas se relacionan entre sí como el signo lo hace con la cosa significada. La bondad divina ha querido que en la sucesión regular de los hechos de experiencia podamos pensar, por ejemplo, el fuego como un signo del dolor que sentiríamos al acercar la mano a él. Como en el lenguaje, donde las palabras también son signos de

distintas, también en la experiencia un pequeño número de ideas "originarias" puede significar un número grande de hechos o de fenómenos. En este sentido una ley como la de gravitación universal podría pensarse como un signo que nos remite a la caída de los cuerpos, a las mareas, al movimiento de la Luna, al de los planetas y a muchos otros hechos de experiencia. Si se saben leer los signos que se manifiestan en la sucesión regular de los fenómenos, la experiencia —o por lo menos una parte de ella— puede resumirse en un lenguaje sintético: el lenguaje de la ciencia, el lenguaje de las leyes naturales. La ciencia matemática desarrollada por Newton en los *Principia* puede considerarse como un ejemplo brillante de uno de estos posibles lenguajes. Pero entendida de esta manera la ciencia newtoniana no es la expresión de una necesidad que por lo demás, para Berkeley, no existe en el mundo de la experiencia. La ciencia matemática de Newton solamente describe y sintetiza. Cumple la misma función que el lenguaje común con respecto a las ideas: las expresa sintéticamente. Tal vez la única necesidad cuya expresión Berkeley le concedería a la ciencia es aquella que emana de la voluntad y de la infinita sabiduría de Creador.

Hume hará la crítica sistemática de lo que Berkeley rechaza: la relación de causalidad y la necesidad en la naturaleza. La experiencia nos enseña que ciertos hechos ocurren siempre después de otros en una sucesión ordenada. Sin embargo, ningún razonamiento puede probarnos que uno de estos acontecimientos produce o genera al otro, estableciéndose entre ellos una relación de causa-efecto. No es posible descubrir ninguna necesidad intrínseca en la sucesión ordenada de ideas en la mente de los hombres. Usando los términos que emplea el propio Hume, podría decirse que sobre las "cuestiones de hecho" la experiencia y la razón sólo logran informarnos sobre *conjunciones* constantes entre acontecimientos pero no pueden en ningún caso demostrar *conexiones* entre ellos. Es claro por lo tanto que en la perspectiva de Hume cualquier pretensión por parte de la ciencia natural de aprehender una necesidad intrínseca a los entes o a los fenómenos debe considerarse vana. Como lo quería también Berkeley, la función de la ciencia sólo puede ser esencialmente descriptiva. La ciencia puede sacar a la luz conjunciones entre fenómenos, describir regularidades, relacionar incluso entre sí múltiples fenómenos a través de algu-

nos principios generales. Pero lo único que la ciencia logra en este trabajo es la exposición coherente y detallada de las regularidades de experiencia. Esta es su tarea y de allí deriva también su utilidad para la vida. Pero al mismo tiempo esta concepción descarta la búsqueda de esencias o de verdades ocultas detrás de los fenómenos como un fin legítimo para la ciencia. La verdad se despliega directamente en la experiencia misma y la ciencia expresa de manera orgánica esa verdad. Los *Principia* se dejan interpretar bajo esta óptica y Hume probablemente estaría dispuesto a reconocer que la gran obra de Newton ha cumplido de manera magistral todas esas tareas de la ciencia. Pero para Hume los *Principia* constituyen también una fuente de inspiración en el terreno metodológico. El problema que para Hume deviene interesante, recordémoslo, no es el de la necesidad en la naturaleza sino el de explicar la *impresión de necesidad* que la mente experimenta ante los hechos del mundo natural. ¿De dónde proviene la *creencia arraigada*, que ningún razonamiento logra disipar, en la conexión causal entre fenómenos? El enigma de la necesidad natural no reside en el mundo fenoménico sino en la naturaleza humana. Sólo una *ciencia* de la naturaleza humana podrá abordar fructíferamente ese problema. Ahora bien, Hume piensa que esta nueva ciencia debe constituirse según los cánones metodológicos y explicativos de la ciencia matemática newtoniana cuya forma paradigmática toma cuerpo en los *Principia*. Debe ser, por lo tanto, una ciencia que funda la explicación de los hechos constitutivos de la naturaleza humana sobre principios generales de experiencia. La explicación no sería sino la organización de los hechos alrededor de esos principios generales. De esta manera la explicación podría considerarse como una forma particular de descripción; como una descripción que despliega las relaciones entre los hechos y los principios, que logra, si se quiere, mostrar un funcionamiento. Hume en el *Tratado* muestra, por ejemplo, cómo se produce en la mente la creencia en la relación causal —ese automatismo que lleva de inmediato a pensar en la causa cuando se percibe el efecto— apelando a la costumbre como principio general y relacionando las experiencias anteriores con el hábito. Nos describe así el mecanismo que produce la creencia. Esa descripción es al mismo tiempo una explicación. Si pensamos en algunas explicaciones newtonianas —por ejemplo en las explicaciones sobre la producción de los colores a partir

de la luz blanca— podríamos encontrar algo similar. La explicación logra mostrar *cómo* se produce el efecto. Para Hume el valor de la ciencia matemática de Newton es doble: proporciona una descripción detallada y coherente de ciertos campos de experiencia y se elabora según pautas metodológicas que pueden servir de inspiración para otras ramas del conocimiento humano. A esta doble valoración corresponde también una doble influencia. Hume, como ya lo hemos dicho, quiere hacer una *ciencia* de la naturaleza humana y quiere hacerla siguiendo el *método* general que Newton ha puesto en juego en la elaboración de los *Principia*.

De esta revisión de las interpretaciones que de la ciencia newtoniana hace el empirismo filosófico se desprende una consecuencia que es común a todas ellas. La ciencia matemática no puede expresar, ni mucho menos descubrir, una *conexión necesaria* entre fenómenos naturales. Tampoco puede captar la *esencia* de los objetos o de los hechos que conforman el mundo natural. El empirismo pone incluso en cuestión la existencia en el mundo de esa necesidad y de una esencia que vaya más allá de los fenómenos. La ciencia matemática tan solo describe sintéticamente hechos de experiencia. La única *verdad* que logra expresar se remite a la fidelidad y precisión en la reconstrucción de las regularidades del mundo de la experiencia.

Es inútil insistir en las diferencias que median entre la interpretación del empirismo filosófico y la concepción que el propio Newton tenía sobre el significado y las finalidades de la ciencia. La ciencia para el sabio inglés —hemos recalcado suficientemente este hecho— puede encontrar una verdad esencial inherente a los fenómenos, puede incluso acercarse a verdades absolutas que remiten a la acción misma de Dios sobre el mundo. Sin embargo, debe admitirse también que una obra como los *Principia* tomada aisladamente, sin hacer referencia a los esfuerzos inéditos de Newton por explicar causalmente principios fundamentales como la gravitación universal, admite sin mucha dificultad interpretaciones como las que de ella da el empirismo filosófico. De hecho interpretaciones similares de la ciencia newtoniana serán dadas por los hombres de ciencia de la ilustración durante el siglo XVIII quienes, dejando de lado la preocupación por las esencias ocultas, por las verdades absolutas o por las causas mecánicas, verán emerger en los *Principia* la

ley matemática como la forma paradigmática de explicación en la ciencia.

## 2. *La relación hombre-mundo*

Las diferencias de concepción que exponíamos en el apartado anterior pueden tal vez abordarse desde otro punto de vista explorando cómo es pensada la relación del hombre con el mundo natural por las corrientes de pensamiento que hemos venido estudiando a lo largo de este trabajo.

El renacimiento italiano y la nueva ciencia que emerge a comienzos del siglo XVII con la obra de Galileo configuran y afianzan, entre muchas otras cosas, una particular relación del hombre con la naturaleza. El mundo deja de ser, como en el medioevo, la creación de Dios concebida sabiamente con la finalidad única de apoyar el pleno desarrollo de su criatura más perfecta. La concepción de la relación hombre-mundo que en el medioevo se centraba en el hombre, haciendo del mundo tan solo un medio subordinado a él, adaptado a su supervivencia y a su engrandecimiento, cambia sustancialmente durante el renacimiento. Ahora el mundo cobra independencia y se rige según leyes que le son propias, desligadas por completo de la voluntad de los hombres y de los intereses humanos. En otras palabras, el mundo dejará gradualmente de ser concebido como *creación* para ser pensado como *naturaleza*. En la naturaleza subyace una necesidad recóndita que ya no se manifiesta de inmediato en lo percibido. El hombre tendrá ahora que esforzarse para comprender esa necesidad y para poner el mundo a su servicio. Según el sabio aforismo de Bacon —“no se vence a la naturaleza sino obedeciéndola”— el hombre tendrá de algún modo que adaptar ahora sus esfuerzos a la necesidad que rige el mundo natural; tendrá que explorar sus regularidades, conocer sus leyes, investigar las causas. El centro de la relación hombre-mundo se desplaza hacia el mundo natural que cobra una permanencia que el hombre mismo no posee. La revolución copernicana —el cambio del lugar privilegiado que ocupa la Tierra en el centro del mundo— puede ser pensada como un símbolo de ese desplazamiento. Las empresas humanas, la producción, la técnica tendrán que contar con esa necesidad del mundo, extraña al hombre, y que éste, si quiere actuar, no

podrá ya pasar por alto. La ciencia cobra relevancia porque explora esa necesidad.

Newton es un heredero de esta concepción renacentista. La ciencia para él es claramente trascendente con relación al hombre. Debe tender a la búsqueda de la verdad inherente al mundo natural. Aunque la ciencia no siempre logra llegar a ella, aunque la certeza de los resultados de la investigación e incluso la capacidad misma de la ciencia y del hombre para acceder a esa verdad puedan ser puestas en cuestión, no puede haber duda de que una necesidad absoluta, que en última instancia proviene de Dios, rige la naturaleza. En su empeño, la ciencia puede arrojar resultados útiles para el hombre pero, para Newton, estos resultados no constituyen sino beneficios secundarios que no pueden hacer desviar la atención de la finalidad principal: la búsqueda de la verdad. Pero la verdad no se da toda ella en los fenómenos. Estos apenas portan indicios de la necesidad oculta que los gobierna. El trabajo de la ciencia comienza con el minucioso análisis de la experiencia que podrá conducir, si tiene éxito, a principios "matemáticos" que de alguna manera expresan esa necesidad. Aunque en esos principios tal vez no resida *toda* la verdad, nos ponen en la vía que conduce a ella.

El empirismo científico también trabaja bajo el supuesto de la total exterioridad del mundo natural con relación al hombre. Pero la orientación del trabajo de la ciencia es distinta. Ya no se trata tanto de alcanzar una verdad como de lograr resultados útiles. Más que como sistema coherente, la ciencia es aquí pensada como acumulación de observaciones y de hechos experimentales. Frente a las perspectivas de la utilidad, la conciencia de necesidad se debilita. Como dejaba entrever Hooke, polemizando con Newton sobre la naturaleza de la luz y de los colores, siempre es posible componer explicaciones distintas, basadas sobre "hipótesis" también diferentes, que de alguna manera dan cuenta de todos los efectos observados. Pero lo importante en fin de cuentas no son las explicaciones sino los efectos. Incluso el significado de lo que es explicar un fenómeno natural es con frecuencia oscuro. Se rechaza la explicación matemática por abstracta, al no tomar en cuenta la naturaleza física de los fenómenos, pero se reemplaza por "hipótesis" sobre la materialidad de los efectos que no logran establecer con éstos una conexión de necesidad. Excepto en casos como el de Boyle en los que se adopta explícitamente una filosofía

corpúscular, el terreno mismo sobre el cual se fundamenta la explicación permanece difuso. Aunque se reconozca la exterioridad de la naturaleza con relación al hombre e incluso se admita la existencia de una necesidad que rige el mundo natural, la ciencia se valora principalmente en razón de su contribución a la resolución de las necesidades de los hombres.

Desde el punto de vista de los propósitos y fines primordiales de la empresa científica, podría decirse que Newton y el empirismo científico representan dos énfasis diferentes. Por una parte el énfasis en el conocimiento y en la búsqueda de la verdad, por otra el énfasis en la utilidad. El discurso de Bacon podría verse como una mediación entre estas dos posiciones: la utilidad no puede desligarse del saber; el conocimiento del mundo natural es la única vía que permite poner la naturaleza al servicio del hombre.

El empirismo filosófico en su conjunto puede considerarse como un replanteamiento radical de la relación entre el hombre y el mundo natural. La exterioridad de la naturaleza, su independencia con relación al hombre, la existencia de una necesidad que rige los fenómenos, incluso la realidad misma del mundo natural —todos ellos presupuestos evidentes de un realismo que contribuye de manera definitiva a darle sentido a la labor del hombre de ciencia— serán severamente problematizados, desde perspectivas diferentes y con énfasis distintos, por los pensadores del empirismo filosófico. Esta corriente de pensamiento pone por lo tanto en cuestión las bases filosóficas mismas de la ciencia natural, por lo menos tal como hasta entonces habían sido concebidas.

En cierto sentido puede decirse que, para el empirismo filosófico, el hombre —o mejor, la mente o la “naturaleza humana”— es el centro de la relación hombre-naturaleza. Pero la mente es pensada únicamente en términos de sus contenidos y de sus funciones accesibles a la experiencia. Como lo era el mundo natural para la ciencia, la mente o la “naturaleza humana” es también un campo de estudio empírico. Aunque pueda parecer paradójico, el sujeto de la experiencia es también objeto de experiencia y tiende a ser pensado por el empirismo filosófico *sólo* como objeto de experiencia. De alguna manera el mundo natural se subordina al hombre en tanto que es pensado como representación de la mente humana. El problema de la relación hombre-naturaleza se transformará entonces en el de

la relación de la mente con una clase particular de sus representaciones. Esta nueva concepción cambia las preguntas fundamentales. El postulado, implícito en la ciencia natural, de la existencia real, independiente del hombre, de la naturaleza será reemplazado por la pregunta sobre la *impresión de realidad y exterioridad* que la mente experimenta con respecto a algunos de sus contenidos. La pregunta por el origen y la esencia de la necesidad en el mundo natural se transformará en la constatación de una constancia y de una regularidad en la sucesión de algunas de las impresiones mentales y en la pregunta por la razón de la *impresión de necesidad* experimentada por la mente frente a esas regularidades. La pregunta por la *verdad* cederá su lugar al problema de la *certeza* en el proceso del conocer. Para el empirismo filosófico, en efecto, el problema del conocimiento ya no se centra en el carácter de la verdad que subyace a los fenómenos y en los métodos para acceder a ella sino en las condiciones bajo las cuales la mente puede lograr la certeza en la comparación de las ideas. La certeza es experimentada como tal por la mente al relacionar determinadas ideas entre sí. Pero la pregunta importante será la del campo de ideas —la de la clase de conocimiento— para el cual esta certeza puede lograrse. El empirismo filosófico busca de esta manera establecer los límites de la certeza en el conocimiento. Promueve una fuerte relativización de la ciencia al mostrar que ésta no puede ir más allá de ciertas fronteras impuestas por la limitación misma de las capacidades de la mente. Encontramos en el empirismo una conciencia arraigada de la finitud humana y también, como consecuencia, una voluntad de atenerse con honestidad a lo que para el hombre es posible.

El conocimiento en su totalidad queda remitido, en el empirismo filosófico, al ámbito de las ideas. La ciencia natural constata y describe sintéticamente las regularidades en la sucesión de cierta clase de ideas en la mente. Por esa razón la ciencia es conocimiento objetivo y de ahí deriva precisamente su utilidad para la vida. La valoración —incluso por encima de un conocimiento que podría ser verdadero pero abstracto— del saber útil para la vida es un aspecto importante en el pensamiento de Hume y también en el de Berkeley. Recordemos cómo, aunque la razón no puede justificarla, Hume mantiene un profundo respeto por la creencia arraigada en el nexo causal y en la existencia de objetos exteriores a la mente precisamente

porque esa creencia es indispensable para la vida. Recordemos también cómo el conocimiento que la ciencia aporta de las regularidades de experiencia y de los signos que permiten expresar esas regularidades de manera sintética es valorado por Berkeley como benéfico porque permite, entre otras cosas, organizar mejor las acciones de los hombres en el mundo. Esta orientación pragmática es un punto de contacto importante entre el empirismo filosófico y el empirismo científico. Para este último, como ya lo hemos señalado la ciencia debe buscar ante todo lo útil. Pero, aunque la ciencia resulte de utilidad para los hombres, según el empirismo filosófico no es posible albergar ilusión alguna sobre la capacidad de la ciencia para captar verdades que se remitan a un mundo exterior por fuera de la mente. Este mundo, si acaso existe, está por fuera de toda posibilidad de ser conocido en sí mismo por el hombre. No es de extrañar entonces, dada esta concepción que centra la actividad del conocer en el ámbito mental, que la fundamentación más acabada de todo conocimiento posible intente ser, en esta corriente de pensamiento, una *teoría de la naturaleza humana*. Sólo la comprensión del carácter de los contenidos originarios de la mente, de la forma como estos contenidos le son dados, de las posibilidades que la mente tiene a su alcance para transformarlos, de las formas casi automáticas de inferencia que la mente pone en juego en el pensar cotidiano podrán darnos las claves del conocimiento. Sólo a través de una *ciencia* que explore estos aspectos podremos llegar a tener una idea clara sobre las fuentes del conocimiento y sobre las posibilidades de lograr la certeza en función de los objetos mismos del conocer. Conviene recalcar en este punto cómo la sola pretensión por parte de Hume de establecer no una concepción filosófica sino una *ciencia* de la naturaleza humana fundada en la experiencia es un indicio del enorme influjo de las ciencias naturales sobre la filosofía empirista.

El empirismo filosófico, como se ve, reinterpreta radicalmente el concepto de ciencia natural. Acepta el valor de la ciencia matemática de Newton en tanto que descripción sintética de regularidades de experiencia y reconoce la utilidad de esta descripción para la vida misma pero critica acerbamente las pretensiones trascendentes de esa ciencia en su afán de aprehender una necesidad que sería inherente a la naturaleza misma e independiente de las ideas de los hombres. Sin embargo podría

afirmarse que, en buena medida, la filosofía empirista se elabora en un diálogo con la ciencia de su tiempo. Muchos de los problemas que serán cruciales para el empirismo filosófico cobraron relevancia durante el siglo XVII a raíz del surgimiento y desarrollo de la nueva ciencia. La ciencia newtoniana, en particular, puso de presente en una forma contundente la posibilidad de un *conocimiento universal* de la naturaleza fundado —esa era por lo menos la pretensión de Newton— en la experiencia. La resonancia en el ambiente cultural de la época de una obra como los *Principia* tuvo que incidir en el pensamiento filosófico haciendo del problema del conocimiento un objeto central de la reflexión filosófica. ¿Qué es el conocimiento universal? ¿Cuáles son sus límites? ¿Cómo es posible un conocimiento universal basado en la experiencia? ¿Cuáles son las relaciones entre la experiencia humana y la realidad exterior? ¿En qué campos puede el entendimiento humano aspirar legítimamente a un conocimiento universal y cierto? En buena medida, como hemos tenido oportunidad de constatarlo a lo largo de este trabajo, la reflexión del empirismo filosófico girará en torno a estos interrogantes.

Pero la incidencia del pensamiento científico newtoniano sobre el empirismo filosófico no se limita a proponer de manera indirecta —por el hecho mismo de su existencia como teoría sistemática con un enorme poder explicativo— una serie de problemas para la reflexión filosófica. La nueva ciencia y el empirismo filosófico confluyen bajo otro aspecto importante. Tanto la una como el otro buscan una reconstrucción de la realidad —ya se trate de la realidad natural en un caso o de la realidad mental en el otro— en términos de sus elementos más simples. La mecánica de Newton intenta reducir, en la formulación teórica, todo problema de movimiento de cuerpos al movimiento de *partículas puntuales* en el espacio y en el tiempo. De la misma manera, en la óptica de los colores, la formación de estos últimos a partir de la luz blanca recibe explicación pensando la luz blanca en términos de sus componentes simples, *los "rayos"*. Boyle también, recordémoslo, intentaba poner en juego un tipo similar de explicación cuando quería dar cuenta de las cualidades de los cuerpos basándose en las cualidades primarias de los *átomos*. El empirismo filosófico procede siguiendo una iniciativa similar. Busca abordar los problemas del conocimiento sobre la base de los contenidos mentales más simples y

originarios: *las ideas de la sensación y de la reflexión*. Este proyecto analítico común a la nueva ciencia y al empirismo —que implica entre otras cosas un abandono de explicaciones fundadas sobre la constitución de la totalidad, sobre la armonía universal o sobre causas finales— refleja una coincidencia de fondo sobre la manera de pensar la naturaleza de la realidad objeto del conocimiento. La razón de los hechos reside en las relaciones que los elementos más simples constitutivos de la realidad, ya sea ésta material o mental, guardan entre sí. Pero esta coincidencia va acompañada de otra, de índole metodológica, no menos importante. El entendimiento sólo puede comprender estas relaciones a través de la experiencia. La experiencia, interpretada, es cierto, de diversas maneras, será postulada en ambos casos como la fuente principal del conocimiento. Los principios generales, que en cada caso establecen las relaciones entre esos elementos originarios y que fundamentan los sistemas teóricos, serán concebidos como premisas provenientes de un análisis de experiencias particulares.

La concepción general de la ciencia y de los criterios metodológicos que orientan su elaboración, tal como esta concepción podría comprenderse es una obra como los *Principia*, está presente en el pensamiento del empirismo filosófico. Pero, paralelamente, esta corriente filosófica, por lo menos en su vertiente más elaborada, se empeña en mostrar las limitaciones de la razón y de la ciencia. Paradójicamente, el reconocimiento de la ciencia y de sus métodos en la reflexión filosófica misma conduce, en este caso, a un concepto de ciencia natural que restringe su quehacer a la descripción de regularidades de experiencia para las cuales no puede entreverse ninguna razón.

