

## METHODOS

Filosofía, historia, sociología y política  
de la ciencia y de la técnica

*Director:* MARIO BUNGE  
Foundations & Philosophy of Science Unit,  
McGill University

### *Consejo Asesor*

Raymond Boudon, Sorbonne, París  
Erwin Hiebert, Harvard University, Cambridge, Ma.  
Elwin Layton, University of Minnesota, Minneapolis  
Robert K. Merton, Columbia University, New York  
Mario H. Otero, Universidad Nacional Autónoma de México  
Miguel A. Quintanilla, Universidad de Salamanca  
Paolo Rossi, Università degli Studi, Firenze  
William R. Shea, McGill University, Montreal  
Raimo Tuomela, Universidad de Helsinki

MARIO BUNGE

# LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

SU ESTRATEGIA Y SU FILOSOFÍA

Traducción de  
MANUEL SACRISTÁN

*Segunda edición corregida*

A.

12-H-1105-88

EDITORIAL ARIEL, S. A.  
BARCELONA

## LA INVESTIGACION CIENTIFICA

1a. edición en Colección Methodos: junio 1983  
1a. reimpresión (México): diciembre 1983  
4a. reimpresión (México): junio de 1987  
© 1969 y 1983: Mario Bunge

Derechos exclusivos de edición en castellano  
reservados para todo el mundo  
y propiedad de la traducción:

© 1969 y 1983: Editorial Ariel, S.A.  
Grupo Editorial Planeta

ISBN: 84-344-8010-7  
ISBN: 968-6640-10-X

Impreso en México

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor.

## PRÓLOGO A LA PRESENTE EDICIÓN

La teoría y metodología de la ciencia se ha puesto de moda en la comunidad hispanoamericana en el curso de la última década. Se ha multiplicado los cursos obligatorios u optativos sobre la materia en numerosas facultades universitarias, han nacido varias sociedades de epistemología, y en Oviedo se celebró en 1982 el I Congreso de Teoría y Metodología de las Ciencias, que contó con una asistencia extraordinaria de filósofos y científicos.

No parece tratarse de una moda superficial y por tanto pasajera. Las personas que producen, enseñan o planean ciencia están comprendiendo que la teoría y metodología de la ciencia no es sólo una rama importante de la filosofía, sino también una herramienta útil para la investigación, la enseñanza y el diseño de políticas científicas.

Por cierto que el investigador, el profesor y el decisor en materia de planeación o administración científica pueden desinteresarse de la teoría y metodología de la ciencia. Sin embargo, no pueden dejar de tener algunas ideas acerca de la naturaleza y el alcance de la investigación científica. Ahora bien, los principios tácitos suelen ser imprecisos, asistemáticos e incorrectos, y por esto peligrosos. Es preferible tornar explícitos los principios por los que guiamos nuestra conducta, a fin de refinarlos, controlarlos y sistematizarlos. De esta manera perfeccionaremos nuestra propia conducta.

La primera edición en castellano de este tratado, aparecida en 1967, fue reimpresa siete veces. En la presente edición se han introducido numerosas correcciones y se ha actualizado la bibliografía. Para una dilucidación de algunos problemas semánticos, gnoseológicos y ontológicos concomitantes remito al lector a mi *Treatise on Basic Philosophy*, en curso de publicación. Y aprovecho esta oportunidad para agradecer a mis ex-alumnos, así como a numerosos profesores europeos y americanos, el haberme señalado incorrecciones y sugerido mejoras.

M. BUNGE

*Foundations and Philosophy of Science Unit,  
McGill University, Montréal*

## PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN

Este tratado es fruto de los cursos y seminarios sobre metodología y filosofía de la ciencia, destinados a estudiantes de filosofía y de ciencias y dictados por el autor en las Universidades de Buenos Aires, La Plata, Montevideo, Pennsylvania, Texas, Delaware y Freiburg i. Br. de 1957 a 1966. Las notas y borradores sucesivos fueron primero ensayados con dichos estudiantes y luego corregidos conforme a la experiencia recogida. Les estoy agradecido a todos esos estudiantes por haber actuado como grupo experimental, y particularmente a aquellos que me formularon preguntas embarazosas.

También deseo agradecer a las siguientes personas observaciones y críticas, si bien ninguna de ellas vio el manuscrito completo: los Profesores Richard N. Adams (antropología, Texas), Haskell B. Curry (lógica, Amsterdam), Charles Hartshorne (metafísica, Texas), John P. Harrison (historia, Texas), R. Duncan Luce (psicología matemática, Pennsylvania), Mario H. Otero (filosofía, Montevideo), Osvaldo A. Reig (zoología, Caracas), Víctor Sanz (historia, Montevideo), George Gaylord Simpson (zoología, Harvard), y Joseph H. Woodger (biología, Londres), el Dr. Carlos Bunge (química, Indiana), el Dr. James N. Hullett (filosofía, Dartmouth), Carlos Iraldi (psicoanálisis, Buenos Aires), Rubén Ramírez Mitchell (biología, Texas), Dr. Robert A. Schwartz (filosofía, Rockefeller), Guillermo Sarmiento (ecología, Caracas) y mis ex-asistentes los Licenciados Julio C. Colacilli de Muro (filosofía, Buenos Aires), Héctor Pozzi (ídem), Dra. Marta Santi de Foschi (sociología, Stanford) y la Dra. Marta C. Bunge (matemáticas, McGill).

Ha sido un alto privilegio el que los ilustrados directores de Ariel, S. A., encomendaran la traducción de este libro al Profesor Manuel Sacristán. No escapará al lector que el traductor ha debido superar la dificultad que presenta la pobreza de nuestro vocabulario filosófico, dificultad que no hubiera podido encarar siquiera de no poseer una sólida versación y rica experiencia.

Dedico esta obra a mi mujer, Marta, quien me ha estimulado a escribirla y ha vigilado su gestación, criticándola sin merced.

M. BUNGE

## INDICE

Un cuento para empezar . . . . .	13
Cómo debe usarse este libro . . . . .	15

## PARTE I

### ENFOQUE E INSTRUMENTOS

<b>CAPÍTULO 1. <i>El enfoque científico</i> . . . . .</b>	<b>19</b>
1.1. Conocimiento: Ordinario y Científico . . . . .	19
1.2. El Método Científico . . . . .	24
1.3. La táctica científica . . . . .	31
1.4. Las ramas de la ciencia . . . . .	38
1.5. Objetivo y alcance de la ciencia . . . . .	43
1.6. Pseudociencia . . . . .	54
Bibliografía . . . . .	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO 2. <i>Concepto</i> . . . . .</b>	<b>64</b>
2.1. Lenguajes científicos . . . . .	65
2.2. Término y concepto . . . . .	75
2.3. Intensión y referencia . . . . .	84
2.4. División, ordenación y sistemática . . . . .	94
2.5. De la sistemática preteórica a la teórica . . . . .	102
2.6. Sistemática de conceptos . . . . .	109
Bibliografía . . . . .	116
<b>CAPÍTULO 3. <i>Dilucidación</i> . . . . .</b>	<b>118</b>
3.1. Vaguedad y casos limítrofes . . . . .	119
3.2. Precisión . . . . .	129

3.3. Definición . . . . .	130
3.4. °Problemas de la definición . . . . .	151
3.5. Interpretación . . . . .	161
3.6. Procedimientos interpretativos . . . . .	168
3.7. La "validez" de los conceptos . . . . .	177
Bibliografía . . . . .	181

PARTE II

LAS IDEAS CIENTÍFICAS

CAPÍTULO 4. <i>Problema</i> . . . . .	189
4.1. La fuente de la ciencia . . . . .	189
4.2. °Lógica de problemas . . . . .	195
4.3. Problemas científicos . . . . .	208
4.4. Un paradigma, un marco y una comparación . . . . .	217
4.5. Heurística . . . . .	224
4.6. El fin de los problemas científicos . . . . .	230
4.7. Problemas filosóficos . . . . .	240
Bibliografía . . . . .	246
CAPÍTULO 5. <i>Hipótesis</i> . . . . .	248
5.1. Significaciones de "hipótesis" . . . . .	249
5.2. Formulación . . . . .	255
5.3. °Clases: forma y contenido . . . . .	264
5.4. Clases: punto de vista gnoseológico . . . . .	271
5.5. Fundamento . . . . .	280
5.6. Contrastabilidad . . . . .	289
5.7. Requisitos . . . . .	301
5.8. Funciones . . . . .	308
5.9. Hipótesis filosóficas en la ciencia . . . . .	319
Bibliografía . . . . .	333
CAPÍTULO 6. <i>Ley</i> . . . . .	334
6.1. Variables e invariantes . . . . .	334
6.2. La búsqueda de la ley . . . . .	344
6.3. Clases . . . . .	355
6.4. Forma y contenido . . . . .	365

6.5. Fórmulas y pautas . . . . .	375
6.6. Requisitos . . . . .	386
6.7. °Leyes de leyes . . . . .	395
6.8. La regla de la ley . . . . .	408
Bibliografía . . . . .	412

CAPÍTULO 7. <i>Teoría: estática</i> . . . . .	413
7.1. El sistema nervioso de la ciencia . . . . .	414
7.2. La unidad conceptual . . . . .	425
7.3. Deducibilidad . . . . .	435
7.4. Teoría abstracta e interpretación . . . . .	448
7.5. °Probabilidad: cálculo, modelos, interpretaciones erróneas . . . . .	459
7.6. °Desiderata formales . . . . .	472
Bibliografía . . . . .	483

CAPÍTULO 8. <i>Teoría: dinámica</i> . . . . .	485
8.1. Construcción de teorías . . . . .	486
8.2. Matematización . . . . .	503
8.3. °Reconstrucción (formalización) . . . . .	519
8.4. Referencia y evidencia . . . . .	531
8.5. Profundidad . . . . .	544
Bibliografía . . . . .	556

PARTE III

LA APLICACIÓN DE LAS IDEAS CIENTÍFICAS:  
DE LA EXPLICACIÓN A LA ACCIÓN

CAPÍTULO 9. <i>Explicación</i> . . . . .	561
9.1. Contestación a los porqués . . . . .	561
9.2. Explicación no científica . . . . .	567
9.3. Subsunción científica . . . . .	576
9.4. Explicación interpretativa . . . . .	584
9.5. °Explicación interpretativa y reducción a leyes . . . . .	592
9.6. Poder explicativo . . . . .	603
9.7. Funciones y alcance . . . . .	613
Bibliografía . . . . .	623

CAPÍTULO 10. Predicción . . . . .	625
10.1. Proyección . . . . .	625
10.2. Proyección estocástica . . . . .	634
10.3. Proyección histórica . . . . .	645
10.4. Potencia proyectiva . . . . .	657
10.5. Dificultades y paradojas . . . . .	669
Bibliografía . . . . .	681
CAPÍTULO 11. Acción . . . . .	683
11.1. Verdad y acción . . . . .	684
11.2. La regla tecnológica . . . . .	694
11.3. La previsión tecnológica . . . . .	702
Bibliografía . . . . .	712

\*  
PARTE IV

**LA CONTRASTACIÓN DE LAS IDEAS CIENTÍFICAS:  
DE LA OBSERVACIÓN A LA INFERENCIA**

CAPÍTULO 12. Observación . . . . .	717
12.1. Hecho . . . . .	717
12.2. Observabilidad . . . . .	727
12.3. Objetivación . . . . .	736
12.4. Datos y evidencia . . . . .	742
12.5. Funciones . . . . .	752
Bibliografía . . . . .	758
CAPÍTULO 13. Medición . . . . .	760
13.1. Cuantificación numérica . . . . .	760
13.2. Valor medido . . . . .	773
13.3. Cómputo . . . . .	780
13.4. Escala y unidad . . . . .	787
13.5. Técnicas . . . . .	800
13.6. Resultado . . . . .	810
Bibliografía . . . . .	817
CAPÍTULO 14. Experimento . . . . .	819
14.1. Cambio planificado . . . . .	819
14.2. Control . . . . .	828

14.3. Proyecto . . . . .	837
14.4. Significación . . . . .	842
14.5. Prueba de la contrastación . . . . .	849
14.6. Funciones . . . . .	852
Bibliografía . . . . .	858
CAPÍTULO 15. La inferencia científica . . . . .	859
15.1. Inferencia . . . . .	860
15.2. Contrastación de proposiciones observacionales . . . . .	867
15.3. Contrastación de hipótesis . . . . .	875
15.4. Confirmación y refutación . . . . .	886
15.5. Una historia ejemplar: Torricelli . . . . .	899
15.6. Contrastación de teorías . . . . .	908
15.7. Examen de teorías . . . . .	919
Bibliografía . . . . .	933

## UN CUENTO PARA EMPEZAR

Los cinco Sabios del Reino de \*, de vuelta de una larga estancia en la República de \*\*, se estaban quietos y temerosos ante su soberana la Reina: estaban informando a la Reina acerca de la Cosa Rara que existe en aquella república.

“Dinos, o sabio Prótos, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?”, preguntó la Reina al sabio más anciano.

“La Cosa Rara a la que llaman Ciencia, oh Majestad, puede registrar y comprimir todos los hechos. En realidad, la Ciencia es un enorme Registro.” Así habló Prótos.

“¡Que le corten la cabeza!”, gritó la Reina roja de ira. “¿Cómo podemos creer que la Cosa Rara es una máquina sin pensamiento, cuando hasta Nos tenemos ideas?” Tras de lo cual se dirigió a Deúteros, el más viejo de los sabios que quedaban.

“Dinos, oh sabio Deúteros, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?”

“La Cosa Rara, Majestad, no es un registrador pasivo, sino un atareado molino de información: absorbe toneladas de datos en bruto y los elabora y presenta en orden. Mi decisión es que la Ciencia es un enorme Calculador.” Así habló Deúteros.

“¡Que le corten la cabeza!”, gritó la Reina verde de ira. “¿Cómo podemos creer que la Cosa Rara es un autómeta si hasta Nos tenemos caprichos y flaquezas?” Tras de lo cual se dirigió a Trítos, el de media edad.

“Dinos, o sabio Trítos, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?”

“No hay tal Cosa Rara, Majestad. La ciencia es un Juego esotérico. Los que lo juegan establecen sus reglas, y las cambian de vez en cuando de un modo misterioso. Nadie sabe a qué juegan ni con qué fin. Admitamos, pues, que la Ciencia, como el lenguaje, es un Juego.” Así habló Trítos.

“¡Que le corten la cabeza!”, gritó la Reina amarilla de ira. “¿Cómo podemos creer que la Cosa Rara no se toma las cosas en serio, cuando hasta Nos somos capaces de hacerlo?”

Tras de lo cual se dirigió a Tétartos, sabio maduro.

“Dinos, oh sabio Tétartos, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?”

“La Cosa Rara, oh Majestad, es un hombre que medita y ayuna. Tiene visiones, intenta probar que son erradas y no se enorgullece cuando no lo

consigue. Yo creo que la Ciencia —y reto a todos a que me refuten— es un Visionario Flagelante.” Así habló Tétartos.

“¡Que le corten la cabeza!”, gritó la Reina roja de ira. “Este informe es más sutil que los otros, pero ¿cómo podemos creer que la Cosa Rara no se preocupa de justificación ni gratificación cuando hasta Nos podemos hacerlo?”

Tras de lo cual se dirigió a Pentós, el joven sabio.

Pero Pentós, temiendo por su vida, había huido ya. Huyó sin parar durante días y noches, hasta que cruzó la frontera del Reino de \* y llegó a mi oficina, en la que ha estado trabajando desde entonces. Pentós ha terminado de escribir su voluminoso *Informe sobre la Cosa Rara, su Anatomía, su Fisiología y su Comportamiento*, que yo he traducido al inglés. Aún acosado por sus dolorosos recuerdos de las rudas costumbres vigentes en el Reino de \*, Pentós desea permanecer en el anonimato. Teme, acaso con razón, que esta exposición de la Cosa Rara será poco gustada, puesto que la gente prefiere sencillos credos en blanco y negro en los que pueda creer con certeza. La impresión de Pentós sobre la Cosa Rara es, en efecto, mucho más complicada que los modelos del Registro, el Calculador, el Juego o el Visionario Flagelante, aunque reconoce su deuda para con sus cuatro desgraciados y difuntos colegas.

Todo eso explicará al lector por qué el quinto informe acerca de la Cosa Rara aparece con un título distinto y bajo otro nombre de autor. Esperemos que este expediente salve a Pentós de la ira de los celosos seguidores de credos sencillos (\*).

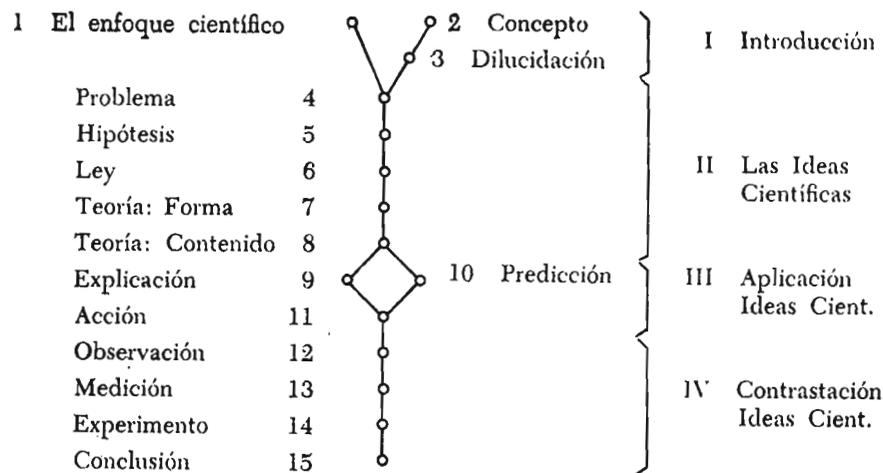
(\*) *Nota añadida en pruebas.* Los cuatro Sabios del Reino \* siguen vivos. Prótos y Deúteros sobrevivieron porque el verdugo no encontró en ellos cabeza que cortar. Trítos, porque tras la ejecución consiguió que le creciera un nuevo cráneo por convención. Tétartos, porque se inventó un cerebro nuevo en cuanto le refutaron el que tenía.

## CÓMO DEBE USARSE ESTE LIBRO

Este tratado de metodología y filosofía de la ciencia se divide en cuatro partes. La Parte I, *Introducción*, ofrece un primer conspecto del esquema de la ciencia (Capítulo 1) y algunos instrumentos lógicos y semánticos (capítulos 2 y 3) que se necesitarán más adelante. La exposición de la investigación científica propiamente dicha empieza en la Parte II, sobre *Las Ideas Científicas*. En el principio fue el Problema, tema estudiado en el Capítulo 4. Luego se considera el intento de solución a un problema científico, o sea, la hipótesis (Capítulo 5). A continuación se considera la hipótesis en cuanto se la supone reproducción de una estructura objetiva, esto es, la ley científica (Capítulo 6). La construcción y el reajuste de sistemas de hipótesis y leyes —o sea, de teorías— se examinan en los Capítulos 7 (subrayando el aspecto formal) y 8 (subrayando el aspecto de contenido). Luego viene la Parte III, *La Aplicación de las Ideas Científicas*. El Capítulo 9 trata de la aplicación de las teorías a la explicación, y el Capítulo 10 de su aplicación a la predicción y a la retrodicción. El Capítulo 11, sobre la acción racional, pertenece a la filosofía de la tecnología. Por último, la Parte IV, *La contrastación de las Ideas Científicas*, empieza estudiando la observación (Capítulo 12), y luego pasa a estudiar la medición (Capítulo 13) y el experimento (Capítulo 14). La Parte IV termina con el estudio del paso de las conclusiones obtenidas de los datos a las hipótesis y viceversa (Capítulo 15).

Un vistazo a las relaciones lógicas entre los capítulos puede ser de utilidad al lector para el uso del libro y para la comprensión de la filosofía de la ciencia que se propone en el mismo (*vid.* esquema en pág. sig.).

\*Los párrafos entre asteriscos pueden omitirse en una primera lectura\*. Lo que, en cambio, no debe omitirse son los problemas formulados al final de cada sección. La finalidad de éstos es triple: comprobar la comprensión del texto por el lector, resquebrajar su fe en él y moverle a seguir pensando por sí mismo en el tema. Hay más de mil preguntas o dificultades de este tipo. Cada conjunto de problemas ha sido ordenado a grandes rasgos por orden creciente de dificultad: los primeros de cada conjunto son corrientemente ejercicios, mientras que algunos de los últimos son ya problemas de investigación. Al distribuir esos problemas el director del estudio debe precisar y tener presente el conocimiento previo que requieran en cada caso.



Las discusiones con colegas teóricos de la ciencia o estudiosos de cuestiones metacientíficas se han evitado por lo común en el texto y se han remitido a los problemas. También las referencias bibliográficas se han relegado a los problemas y a las listas dadas al final de cada capítulo. Como consecuencia de ello, cada sección ofrece la posibilidad de una lectura seguida sin interrupciones.

El libro ha sido preparado tanto para lectura individual cuanto para usarlo en cursos de Método Científico y Filosofía de la Ciencia. Como el texto oscila constantemente entre un nivel de introducción y otro ya más elevado, puede adaptarse para usos bastante diversos. Por ejemplo, puede usarse como sustituto de lecciones "magistrales", las cuales, realmente, parecen algo anacrónicas desde Gutenberg. Seguramente será más interesante y fructífera una libre discusión del texto y de algunos problemas, así como de los resultados de una exploración de la bibliografía aconsejada.

Una última advertencia: todo libro que trate nuestro tema tiende a dirigir molestas exigencias a su lector, al que se pide que navegue constantemente entre la Escala de la ciencia y la Caribdis de la filosofía. El autor simpatiza con el navegante, pero no tiene mucho que ofrecerle para evitarle esa incomodidad; lo más que puede hacer es enunciar el siguiente truismo: el naufragio puede evitarse no navegando o adquiriendo por hábito la habilidad de navegar. Que el presente libro pueda ser un antídoto para los que se marean ante la mera idea de tener que aprender algo, y una modesta guía para los que desean contemplar más de cerca la Cosa Rara. Pero permítaseme recordar que no se pide a ningún guía que haga el camino por nosotros.

Un último consejo: cuando el lector se tope con algún vocablo filosófico o nombre de filósofo que desconozca, hará bien en consultar el *Diccionario de filosofía* de José Ferrater Mora, en 4 tomos (Madrid, Alianza Editorial, 1979), el mejor que se haya publicado en cualquier lengua.

## PARTE I

# ENFOQUE E INSTRUMENTOS

1. EL ENFOQUE CIENTÍFICO
2. CONCEPTO
3. DILUCIDACIÓN

Será conveniente empezar con una visión panorámica de los medios y fines que son peculiares al enfoque científico. Esa visión previa se ofrece en el Capítulo 1. Como le ocurre a cualquier exposición breve de un tema rico de contenido, también ésta tendrá que presentarse de un modo bastante dogmático; pero esperamos que el resto del libro la justificará. Luego necesitaremos un puente entre la ciencia y la filosofía: lo encontraremos en los Capítulos 2 y 3, que discuten la semántica de los conceptos científicos y la lógica de algunas operaciones conceptuales que no por ser familiares dejan de ser peliagudas, como la clasificación y la definición.

tífica de ayer. La ciencia, en resolución, crece a partir del conocimiento común y le rebasa con su crecimiento: de hecho, la investigación científica empieza en el lugar mismo en que la experiencia y el conocimiento ordinarios dejan de resolver problemas o hasta de plantearlos.

La ciencia no es una mera prolongación ni un simple afinamiento del conocimiento ordinario, en el sentido en que el microscopio, por ejemplo, amplía el ámbito de la visión. La ciencia es un conocimiento de naturaleza especial: trata primariamente, aunque no exclusivamente, de acontecimientos inobservables e insospechados por el lego no educado; tales son, por ejemplo, la evolución de las estrellas y la duplicación de los cromosomas; la ciencia inventa y arriesga conjeturas que van más allá del conocimiento común, tales como las leyes de la mecánica cuántica o las de los reflejos condicionados; y somete esos supuestos a contrastación con la experiencia con ayuda de técnicas especiales, como la espectroscopía o el control del jugo gástrico, técnicas que, a su vez, requieren teorías especiales.

Consiguientemente, el sentido común no puede ser juez autorizado de la ciencia, y el intento de estimar las ideas y los procedimientos científicos a la luz del conocimiento común u ordinario exclusivamente es descabellado: la ciencia elabora sus propios cánones de validez y, en muchos temas, se encuentra muy lejos del conocimiento común, el cual va convirtiéndose progresivamente en ciencia fósil. Imaginémos a la mujer de un físico rechazando una nueva teoría de su marido sobre las partículas elementales porque esa teoría no es intuitiva, o a un biólogo que se aferrara a la hipótesis de la naturaleza hereditaria de los caracteres adquiridos simplemente porque esa hipótesis coincide con la experiencia común por lo que hace a la evolución cultural. Parece estar clara la conclusión que deben inferir de todo eso los filósofos: no intentemos reducir la ciencia a conocimiento común, sino aprendamos algo de ciencia antes de filosofar sobre ella.

La discontinuidad radical entre la ciencia y el conocimiento común en numerosos aspectos y, particularmente por lo que hace al método, no debe, de todos modos, hacernos ignorar su continuidad en otros aspectos, por lo menos si se limita el concepto de conocimiento común a las opiniones sostenidas por lo que se suele llamar sano sentido común o, en otras lenguas, buen sentido. Efectivamente, tanto el sano sentido común cuanto la ciencia aspiran a ser *racionales* y *objetivos*: son críticos y aspiran a coherencia (racionalidad), e intentan adaptarse a los hechos en vez de permitirse especulaciones sin control (objetividad).

Pero el ideal de racionalidad, a saber, la sistematización coherente de enunciados fundados y contrastables, se consigue mediante teorías, y éstas son el núcleo de la ciencia, más que del conocimiento común, acumulación de piezas de información laxamente vinculadas. Y el ideal de la objetividad —a saber, la construcción de imágenes de la realidad que sean verdaderas

e impersonales— no puede realizarse más que rebasando los estrechos límites de la vida cotidiana y de la experiencia privada, abandonando el punto de vista antropocéntrico, formulando la hipótesis de la existencia de objetos físicos más allá de nuestras pobres y caóticas impresiones, y contrastando tales supuestos por medio de la experiencia intersubjetiva (transpersonal) planeada e interpretada con la ayuda de teorías. El sentido común no puede conseguir más que una objetividad limitada porque está demasiado estrechamente vinculado a la percepción y a la acción, y cuando las rebasa lo hace a menudo en la forma del mito: sólo la ciencia inventa teorías que, aunque no se limitan a condensar nuestras experiencias, pueden contrastarse con ésta para ser verificadas o falsadas.

Un aspecto de la objetividad que tienen en común el buen sentido y la ciencia es el *naturalismo*, o sea, la negativa a admitir entidades no naturales (por ejemplo, un pensamiento desencarnado) y fuentes o modos de conocimiento no naturales (por ejemplo, la intuición metafísica). Pero el sentido común, reticente como es ante lo inobservable, ha tenido a veces un efecto paralizador de la imaginación científica. La ciencia, por su parte, no teme a las entidades inobservables que supone hipotéticamente, siempre que el conjunto hipotético pueda mantenerse bajo su control: la ciencia, en efecto, tiene medios muy peculiares (pero nada esotéricos ni infalibles) para someter a contraste o prueba dichos supuestos.

Una consecuencia de la vigilancia crítica y de la recusación naturalista de los modos de conocimientos esotéricos es el *falibilismo*, o sea, el reconocimiento de que nuestro conocimiento del mundo es provisional e incierto —lo cual no excluye el progreso científico, sino que más bien lo exige. Los enunciados científicos, igual que los de la experiencia común, son opiniones, pero opiniones ilustradas (fundadas y contrastables) en vez de *dicta* arbitrarios o charlas insusceptibles de contrastación o prueba. Lo único que puede probarse hasta quedar más allá de toda duda razonable son o bien teoremas de la lógica y la matemática, o bien enunciados fácticos triviales (particulares y de observación) como “este volumen es pesado”.

Los enunciados referentes a la experiencia inmediata no son esencialmente incorregibles, pero rara vez resultan dignos de duda: aunque son también conjeturas, en la práctica los manejamos como si fueran certezas. Precisamente por esa razón son científicamente irrelevantes: si puede manejarlos de un modo suficiente el sentido común, ¿por qué apelar a la ciencia? Ésta es la razón por la cual no existe una ciencia de la mecanografía ni de la conducción de automóviles. En cambio, los enunciados que se refieren a algo más que la experiencia inmediata son dudosos y, por tanto, vale la pena someterlos varias veces a contrastación y darles un fundamento. Pero en la ciencia la duda es mucho más creadora que paralizadora: la duda estimula la investigación, la búsqueda de ideas que den razón de los hechos de un modo cada vez más adecuado. Así se produce un abanico de opiniones científicas de desigual peso: unas de ellas están

mejor fundadas y más detalladamente contrastadas que otras. Por eso el escéptico tiene razón cuando duda de cualquier cosa en particular, y yerra cuando duda de todo en la misma medida.

Dicho brevemente: las opiniones científicas son racionales y objetivas como las del sano sentido común: pero mucho más que ellas. ¿Y qué es entonces —si algo hay— lo que da a la ciencia su superioridad sobre el conocimiento común? No, ciertamente, la sustancia o tema, puesto que un mismo objeto puede ser considerado de modo no científico, o hasta anticientífico, y según el espíritu de la ciencia. La hipnosis, por ejemplo, puede estudiarse de un modo acientífico, como ocurre cuando se describen casos sin la ayuda de la teoría ni del experimento. También puede considerarse como un hecho super-normal o hasta sobrenatural, que no implica ni a los órganos de los sentidos ni al sistema nervioso, o sea, como resultado de una acción directa de mente a mente. Por último, puede plantearse el estudio de la hipnosis científicamente, esto es, construyendo conjeturas acerca del mecanismo fisiológico subyacente al comportamiento hipnótico y controlando o contrastando dichas hipótesis en el laboratorio. En principio, pues, el objeto o tema no es lo que distingue a la ciencia de la no-ciencia, aunque algunos problemas determinados —por ejemplo, el de la estructura de la materia— difícilmente puedan formularse fuera de un contexto científico.

Si la "sustancia" (objeto) no puede ser lo distintivo de toda ciencia, entonces tienen que serlo la "forma" (el procedimiento) y el objetivo: la peculiaridad de la ciencia tiene que consistir en el modo como opera para alcanzar algún objetivo determinado, o sea, en el método científico y en la finalidad para la cual se aplica dicho método. (Prevención: 'método científico' no debe construirse como nombre de un conjunto de instrucciones mecánicas e infalibles que capacitaran al científico para prescindir de la imaginación; no debe interpretarse tampoco como una técnica especial para el manejo de problemas de cierto tipo). El *enfoque científico*, pues, está constituido por el *método científico* y por el *objetivo* de la ciencia.

Echemos un vistazo al enfoque científico, pero no sin aplicar antes nuestras capacidades a alguno de los siguientes problemas.

## PROBLEMAS

1.1.1. Escritores y humanistas se lamentan con cierta frecuencia de que la ciencia está deshumanizada porque ha eliminado los elementos llamados humanos. Examínese esta opinión.

1.1.2. ¿Es la ciencia objetiva hasta el punto de excluir puntos de vista? ¿O más bien se limita a no autorizar sino la consideración de puntos de vista que estén fundados de alguna manera y sean contrastables, sometibles a prueba? Puede verse una reciente crítica del "mito" según el cual la ciencia es

objetiva en H. CANTRIL, *The "Why" of Man's Experience*, New York, Macmillan, 1950, chap. 1. Indicación: téngase clara la distinción entre la psicología de la investigación —que se ocupa de los motivos, las tendencias, etc., de cada investigador— y la metodología de la investigación. Cfr. K. R. POPPER, *The Open Society and its Enemies*, 4th ed., London, Routledge and Kegan Paul, 1962, chap. 23.

1.1.3. Examínese la difundida opinión, sostenida por filósofos como Karl Jaspers, de que las conclusiones de la investigación científica son conclusiones propiamente dichas, esto es, últimas y ciertas. *Problema estudiado en vez de éste*: esbozese la historia de la opinión de que la ciencia genuina es infalible.

1.1.4. Dilucidar los conceptos de *opinión*, *creencia*, *convicción* y *conocimiento*. *Problema en vez del anterior*: ¿Existe alguna relación lógica entre *naturalismo* (que es una doctrina ontológica) y *contrastabilidad* (que es una propiedad metodológica de ciertos enunciados, la propiedad de poder ser sometidos a prueba)? En particular: ¿es el naturalismo condición necesaria, suficiente, necesaria y suficiente o ninguna de esas cosas para la contrastabilidad? Indicaciones: Distíngase entre contrastabilidad de principio (contrastación concebible) y contrastabilidad efectiva (la propiedad que tiene un enunciado de ser susceptible de contrastación con los medios existentes); búsquense contraejemplos para las primeras tres tesis, o sea: " $C \rightarrow N$ ", " $N \rightarrow C$ " y " $N \leftrightarrow C$ ".

1.1.5. La filosofía tradicional ha conservado la importante distinción establecida por Platón (*Menón*, 97; *República*, V, 477, 478; *Timeo*, 29, etc.) entre opinión o creencia (*dóxa*) y conocimiento cierto o ciencia (*epistémé*). Según Platón, la opinión es característica del vulgo, por lo que hace a todo tema pero es, además, lo único que puede conseguirse respecto de las cosas fugaces (los objetos físicos), que no *son* en un sentido completo, puesto que nacen, cambian y perecen; sólo los objetos eternos (las ideas) pueden ser objeto de conocimiento perfecto. Discútase esta opinión, precisando su relevancia, si la tiene, para la ciencia formal y la ciencia factual.

1.1.6. Explicitar las semejanzas y las diferencias entre el conocimiento común y el conocimiento científico. *Problema en lugar de éste*: Dado que el pensamiento científico es innatural, o sea, se consigue con dificultad y sólo por una parte de la humanidad, imagínese lo que sería de la investigación científica después de que una guerra nuclear hubiera destruido todos los centros científicos.

1.1.7. Discútase la opinión según la cual la ciencia no es más que una continuación sistemática del conocimiento ordinario. Para información sobre dicho punto de vista véase, por ejemplo, R. CARNAP, "Logical Foundations of the Unity of Science", in *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1938, I, pág. 45, y A. J. AYER, *Language, Truth, and Logic*, 2nd. ed., London, Gollancz, 1953, pág. 49.

1.1.8. Filósofos de varias corrientes, desde ciertos escolásticos medievales, pasando por los realistas escoceses del sentido común, hasta el filósofo del lenguaje, G. E. Moore, han reivindicado para el sentido común el derecho a estimar las teorías científicas. Análogamente, algunos científicos han combatido la genética, la física relativista y las teorías cuánticas porque chocan con el sentido común. Discútase este fenómeno. *Problema en lugar del anterior*: la

libertad de opinión incluye el derecho de cada cual a criticar y hasta ridiculizar lo que sea. Pero la libertad de la investigación —que está asociada a la de opinión— puede ser obstaculizada por una opinión pública que le sea hostil. ¿Puede resolverse este problema?

1.1.9. Ludwig Wittgenstein y los filósofos del Círculo de Viena han sostenido que el criterio de distinción entre ciencia y no-ciencia (especialmente la metafísica) es el *tener-sentido* de los enunciados que constituyen la ciencia. Según esto, un análisis del sentido bastaría para decidir si una disciplina es científica o no. Exáminese esa opinión y véase si no asciende a ciencia el arte de la encuadernación de libros o la contabilidad. Propónganse criterios propios de distinción entre ciencia y no-ciencia.

1.1.10. G. W. F. Hegel y otros filósofos han sostenido que toda ciencia, excepto la filosofía, tiene la ventaja de poder presuponer o bien su objeto o bien la marcha ulterior de la investigación. ¿Es verdad que estén dados por anticipado el objeto y el método especial de toda ciencia? Indicación: búsqense contraejemplos.

## 1.2. El Método Científico

Un método es un procedimiento para tratar un conjunto de problemas. Cada clase de problemas requiere un conjunto de métodos o técnicas especiales. Los problemas del conocimiento, a diferencia de los del lenguaje o los de la acción, requieren la invención o la aplicación de procedimientos especiales adecuados para los varios estadios del tratamiento de los problemas, desde el mero enunciado de éstos hasta el control de las soluciones propuestas. Ejemplos de tales *métodos especiales* (o *técnicas especiales*) de la ciencia son la triangulación (para la medición de grandes distancias) o el registro y análisis de radiaciones cerebrales (para la objetivación de estados del cerebro).

Cada método especial de la ciencia es, pues, relevante para algún estadio particular de la investigación científica de problemas de cierto tipo. En cambio, el *método general* de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento. Lo mejor para darse cuenta de cómo funciona el método científico consiste en emprender, con actitud inquisitiva, alguna investigación científica lo suficientemente amplia como para que los métodos o las técnicas especiales no oscurezcan la estructura general. (El convertirse en especialista de algún estadio del trabajo científico, como la medición, por ejemplo, no basta, ni mucho menos, para conseguir una visión clara del método científico; aún más, eso puede sugerir la idea de que hay una pluralidad de métodos inconexos más que una sola estructura metódica subyacente a todas las técnicas). Otro buen camino, inmediatamente después del anterior, consiste en familiarizarse con algún sector o pieza de la investigación, no precisa y solamente con su resultado, más o menos caduco,

sino con el proceso entero, a partir de las cuestiones que desencadenaron inicialmente la investigación.

Supongamos que nos planteamos la pregunta siguiente: “¿Por qué diversos grupos humanos utilizan lenguajes más o menos diferentes?” Una respuesta sencilla a esa pregunta —esto es, una explicación de la generalización empírica según la cual diversos grupos humanos tienden a hablar de modos diversos— se encuentra en mitos como, por ejemplo, el de la diversidad originaria de lenguas ya cristalizadas desde el principio. Un investigador científico de ese problema no prestaría gran fe a explicaciones sencillas de ese tipo, y empezaría por examinar críticamente el problema mismo. De hecho, aquella pregunta presupone una generalización empírica que puede necesitar afinación: ¿Qué grupos son los que hablan de modos diversos? ¿Grupos étnicos, grupos sociales, grupos profesionales? Sólo una investigación preliminar de esta cuestión previa puede permitirnos una formulación más precisa de nuestro primer problema.

Una vez hallado ese enunciado más preciso del problema, se ofrecerá una serie de conjeturas: algunas referentes a la determinación geográfica de las diferencias lingüísticas, otras a los factores biológicos, otras a los factores sociales, etc. Esos varios supuestos serán entonces contrastados examinando sus consecuencias observables. Así, por ejemplo, si el tipo de trabajo es efectivamente un determinante principal de las diferencias lingüísticas (hipótesis), entonces los grupos profesionales compuestos por individuos que en todo lo demás son semejantes deben hablar dialectos distintivos (consecuencia sometible a contrastación con la experiencia).

Entonces hay que reunir cierto número de datos para poder averiguar cuál de las conjeturas es verdadera —si es que alguna de ellas lo es. Y, si es posible, los datos tendrán que ser científicamente certificables, esto es, obtenidos y controlados si es necesario por medios científicos. Por ejemplo: habrá que estudiar muestras casuales de grupos profesionales, con objeto de minimizar los efectos de una posible tendencia en la elección de los sujetos. Entonces se estimarán los méritos de las varias hipótesis propuestas, y en ese proceso de estimación surgirán acaso nuevas conjeturas.

Por último, si la investigación ha sido cuidadosa e imaginativa, la solución del problema inicial hará surgir un nuevo conjunto de otros problemas. De hecho, las piezas de investigación más importantes, al igual que los mejores libros, son las más capaces de desencadenar nuevo pensamiento, y no precisamente las tendentes a llevar el pensamiento al reposo.

En el anterior ejemplo podemos distinguir los estadios principales del camino de la investigación científica, esto es, los pasos principales de la aplicación del método científico. Distinguimos, efectivamente, la siguiente serie ordenada de operaciones:

1. *Enunciar preguntas bien formuladas y verosíblemente fecundas.*
2. *Arbitrar conjeturas, fundadas y contrastables con la experiencia, para contestar a las preguntas.*

3. Derivar consecuencias lógicas de las conjeturas.
4. Arbitrar técnicas para someter las conjeturas a contrastación.
5. Someter a su vez a contrastación esas técnicas para comprobar su relevancia y la fe que merecen.
6. Llevar a cabo la contrastación e interpretar sus resultados.
7. Estimar la pretensión de verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas.
8. Determinar los dominios en los cuales valen las conjeturas y las técnicas, y formular los nuevos problemas originados por la investigación.

Este ciclo se representa esquemáticamente en la Fig. 1.1.

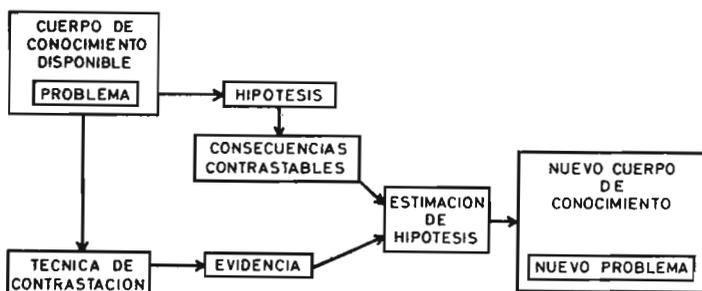


FIG. 1.1. Un ciclo de investigación. La importancia de la investigación científica se mide por los cambios que acarrea en nuestro cuerpo de conocimientos y/o por los nuevos problemas que suscita.

¿Existen reglas que guíen la ejecución adecuada de las operaciones que hemos indicado? O sea: ¿hay instrucciones concretas para tratar los problemas científicos? Seguramente hay algunas, aunque nadie ha establecido nunca una lista que las agote y aunque todo el mundo deba resistirse a hacerlo, escarmentado por el fracaso de los filósofos que, desde Bacon y Descartes, han pretendido conocer las reglas infalibles de la dirección de la investigación. Pero, a título de mera ilustración, vamos a enunciar y ejemplificar algunas reglas muy obvias del método científico; otras reglas se encontrarán dispersas por el resto del volumen.

- R1 Formular el problema con precisión y, al principio, específicamente.**  
Por ejemplo, no preguntar genéricamente “¿Qué es el aprendizaje?”, sino plantear una cuestión bien determinada, tal como: “¿Cómo aprenden los ratones albinos a solucionar problemas de laberintos? ¿Gradualmente o por pequeños saltos?”
- R2 Proponer conjeturas bien definidas y fundadas de algún modo, y no suposiciones que no comprometan en concreto, ni tampoco ocurrencias sin fundamento visible:** hay que arriesgar hipótesis que afirmen la existencia de relaciones bien definidas y entre variables netamente

mente determinadas, sin que esas hipótesis estén en conflicto con lo principal de nuestra herencia científica. Por ejemplo: no hay que contentarse con suponer que es posible el aprendizaje con sólo proponer al animal experimental un único ensayo o intento; mejor es suponer con precisión, por ejemplo, que el aprendizaje por un solo intento, tratándose de orientación en un laberinto en forma de T, tiene tal o cual determinada probabilidad.

- R3 Someter las hipótesis a contrastación dura, no laxa.** Por ejemplo, al someter a contrastación la hipótesis sobre el aprendizaje con un solo intento, no se debe proponer al animal sujeto alguna tarea para la cual ya esté previamente preparado, ni tampoco se deben pasar por alto los resultados negativos: hay que proponer al sujeto experimental tareas completamente nuevas, y hay que aceptar toda la evidencia negativa.
- R4 No declarar verdadera una hipótesis satisfactoriamente confirmada; considerarla, en el mejor de los casos, como parcialmente verdadera.** Por ejemplo, si se ha obtenido una generalización empírica relativa a las probabilidades de aprendizaje de una determinada tarea con un solo ensayo, con otro ensayo, y así sucesivamente, hay que seguir considerando la afirmación como corregible por la investigación posterior.

- R5 Preguntarse por qué la respuesta es como es, y no de otra manera:** no limitarse a hallar generalizaciones que se adecuen a los datos, sino intentar explicarlas a base de leyes más fuertes. Por ejemplo, plantearse el problema de hallar los mecanismos nerviosos que den razón del aprendizaje a la primera presentación de la tarea al sujeto: esto supondrá complementar la investigación conductista que se estaba realizando con una investigación biológica.

Esas y otras reglas del método científico están muy lejos de ser infalibles y de no necesitar ulterior perfeccionamiento: han ido cristalizando a lo largo de la investigación científica y son —esperémoslo— aún perfectibles. Además, no debemos esperar que las reglas del método científico puedan sustituir a la inteligencia por un mero paciente adiestramiento. La capacidad de formular preguntas sutiles y fecundas, la de construir teorías fuertes y profundas y la de arbitrar contrastaciones empíricas finas y originales no son actividades orientadas por reglas: si lo fueran, como han supuesto algunos filósofos, todo el mundo podría llevar a cabo con éxito investigaciones científicas, y las máquinas de calcular podrían convertirse en investigadores, en vez de limitarse a ser lo que son, instrumentos de la investigación. La metodología científica es capaz de dar indicaciones y suministra de hecho medios para evitar errores, pero no puede suplantar a la creación original, ni siquiera ahorrarnos todos los errores.

Las reglas del correcto comportamiento en la mesa son más o menos convencionales y locales; consecuentemente, sería difícil confirmarlas o refutarlas de un modo objetivo, aunque sin duda son explicables por causas sociales e históricas. Pero, ¿qué decir del comportamiento investigador, esto es, de las reglas de la investigación científica? Esas reglas son claramente universales: no hay efectivamente nada tan universal como la ciencia, ni siquiera la filosofía. Pero ¿son además justificables? Sin duda tienen una *justificación pragmática*: aunque no son infalibles, no conocemos otras reglas que sean más adecuadas para conseguir la meta de la ciencia, la construcción de los modelos conceptuales de las estructuras de las cosas con la mayor verdad posible.

Pero ésa es sin duda una justificación bastante pobre. En primer lugar, porque la aplicación del método científico no da, en el mejor de los casos, sino aproximaciones a la verdad. En segundo lugar, porque una regla que está justificada así por su éxito, pero no está integrada en el cuerpo del conocimiento científico, queda como colgada en el aire, y no puede deshacer concluyentemente la pretensión de los procedimientos no-científicos —como la adivinación, por ejemplo— para el progreso del conocimiento. Dicho de otro modo: nos gustaría contar con una justificación teórica del método científico, además de con su justificación pragmática. Entenderemos por *justificación teórica* de una regla (o norma, prescripción o instrucción): (i) la convalidación de los presupuestos de la regla, o sea, la confirmación de que lo que la regla toma como dado es coherente con las leyes conocidas; y (ii) la comprobación de que la regla dada es compatible con los demás miembros del conjunto de reglas, en este caso, con el método científico. Dicho brevemente: consideraremos que una regla está justificada teóricamente si y sólo si es a la vez *fundada* y *sistemática* (sistemática = miembro de un sistema consistente de reglas).

En el caso de las reglas del método científico deseamos que integren un sistema de normas basado en, o, al menos, compatible con, las leyes de la lógica y las leyes de la ciencia, no sólo con los desiderata de la investigación. Así, la regla que manda “formular el problema con precisión” presupone claramente que no hay que buscar más que respuestas únicas (aunque puedan ser complejas, tener varios miembros): si fuera aceptable una pluralidad de supuestos recíprocamente incompatibles, no se habría estipulado la condición de precisión del problema. Por su parte, el desiderátum de la solución única está exigido por el principio lógico de no-contradicción. En este punto puede detenerse la tarea de justificación de esa regla, porque la investigación científica presupone los principios de la lógica, no los discute. (Cfr. Secc. 5.9.)

La justificación de otras reglas del método científico será más difícil y puede suponer complicados problemas filosóficos —como el de si el análisis científico de un todo lo disuelve sin aclararlo—, pero, de un modo u otro,

hay que suministrar esa justificación, y el trabajo al respecto promete ser de interés. Desgraciadamente, no se ha intentado aún dar una justificación teórica de las reglas del método científico. La metodología científica sigue encontrándose en un estadio descriptivo, preteórico. Muy responsable de este descuido parece ser el tácito supuesto de que todo lo que da resultado es bueno, curiosa suposición en el caso del método científico, del que empieza por admitirse que no da resultados perfectos. En cualquier caso, éste es un problema interesantísimo para los filósofos que se preocupan por la ciencia viva.

Los científicos no se han preocupado mucho por la fundamentación ni por la sistematicidad de las reglas del procedimiento científico: ni siquiera se preocupan por enunciar explícitamente todas las reglas que usan. De hecho, las discusiones de metodología científica no parecen ser animadas más que en los comienzos de cada ciencia: por lo menos, tal fue el caso de la astronomía en tiempos de Ptolomeo, de la física en los de Galileo, y hoy de la psicología y la sociología. En la mayoría de los casos los científicos adoptan una actitud de ensayo y error respecto de las reglas de la investigación, y las que les resultan eficaces se incluyen sin más en la rutina cotidiana de la investigación, tan implícitamente que la mayoría de los científicos ni las registran conscientemente. Nadie, por lo visto, llega a ser consciente en cuestiones metodológicas hasta que el método dominante en el momento resulta fracasar.

El método científico y la finalidad a la cual se aplica (conocimiento objetivo del mundo) constituyen la entera diferencia que existe entre la ciencia y la no-ciencia. Además, tanto el método como el objetivo son de interés filosófico: por tanto, resulta injustificable el pasarlos por alto. Con esto no se trata de ignorar que una metodología tácita, pero sana, es mejor que una metodología explícita y mala. Hay que subrayar esto en unos tiempos como los nuestros, en los que las revistas de psicología y de sociología dedican muchísimo espacio a discusiones metodológicas que en el fondo se proponen hallar el mejor procedimiento para paralizar la investigación prohibiendo el uso de conceptos que no se apliquen directamente a rasgos observables. Frente a prescripciones metodológicas tan dogmáticas y estériles (y teóricamente injustificadas), lo mejor es tener presente la que acaso sea la única regla de oro del trabajo científico: *Audacia en el conjeturar, rigurosa prudencia en el someter a contrastación las conjeturas*.

Resumamos. El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: donde no hay método científico no hay ciencia. Pero no es ni infalible ni autosuficiente. El método científico es falible: puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que lleva y mediante el análisis directo. Tampoco es autosuficiente: no puede operar en un vacío de conocimiento, sino que requiere algún conocimiento previo que pueda luego reajustarse y elaborarse; y tiene

que complementarse mediante métodos especiales adaptados a las peculiaridades de cada tema. Ahora vamos a atender a esas técnicas.

### PROBLEMAS

1.2.1. Comentar la siguiente caracterización del método (en general) dada por la famosa *Lógica* de Port Royal (1662), in *Grammaire générale* [de Port Royal], Paris, Delalain, 1830, pág. 524: "En general podemos llamar método al arte de disponer la sucesión de los pensamientos ya para descubrir la verdad que ignoramos, ya para probarla a otros cuando la conocemos". El arte del descubrimiento de la verdad se describía como análisis, o método de resolución; y el arte de mostrar la verdad a los demás se describía como síntesis, o método de composición. *Problema en lugar de ése*: ¿Por qué a comienzos de la era moderna se buscó tan insistentemente un nuevo método para el descubrimiento de la verdad? ¿Tuvieron éxito las nuevas propuestas (como la recolección de datos aconsejada por Bacon y la deducción, propuesta por Descartes, a partir de principios *a priori* claros y distintos)?

1.2.2. Examinar la caracterización general del método dada por H. MEHLBERG, *The Reach of Science*, Toronto, University of Toronto Press, 1958, página 67: "Un método es la enunciación de un conjunto de enunciados que describen una secuencia repetible de *operaciones*, tal que toda secuencia particular de operaciones así descrita puede permitir a todo individuo o grupo humano producir, infaliblemente o en una apreciable proporción de casos, un hecho repetible llamado el *objetivo* del método [...] Si el objetivo del método es siempre un hecho que ocurre en algún objeto individual, se dice que el método es *aplicado a ese objeto*. Así, para clavar un clavo en un trozo de madera, se puede golpear la cabeza del clavo con un martillo varias veces sucesivas. El método consiste, pues, en una secuencia repetible de golpes ejecutados con el martillo de un modo que se especifica; el objetivo del método es la introducción de un clavo en un trozo de madera; el objeto del método es cualquier sistema compuesto por un clavo y un trozo de madera". ¿Puede decirse todo eso del método de la ciencia?

1.2.3. Comentar la caracterización —por J. Dewey— del método científico como "un método para alterar las creencias de los hombres por medio de la investigación contrastada y por medio de la consecución de creencias". Cfr. "A Common Faith", in D. BRONSTEIN, Y. H. KRICKORIAN and P. WIENER, eds., *Basic Problems of Philosophy*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, Inc., 1955, pág. 447.

1.2.4. ¿Es propiamente un método el procedimiento que suele llamarse de "ensayo y error"? Distingase claramente entre la clase de procedimientos por ensayo y error, planteamientos de sí o no respecto de la presencia de un hecho, y el examen metódico de posibilidades (por ejemplo, de hipótesis).

1.2.5. Determinar cuál de las actividades siguientes y disciplinas utilizan el método de la ciencia (si lo emplea alguna): la espeleología (exploración y descripción de simas), la observación y descripción de astros, la anatomía descriptiva, la observación y descripción de aves, la organización de colecciones de plantas y animales, su distribución en jaulas, el diagnóstico de la personalidad

mediante técnicas que carezcan de justificación pragmática y/o teórica, la programación y la operación de las calculadoras.

1.2.6. Analizar y ejemplificar los varios estadios del procedimiento de un médico de medicina general ante un paciente.

1.2.7. ¿Está teóricamente justificado el sacrificio como método para producir lluvia o para aprobar los exámenes?

1.2.8. Examinar el método empleado por A. M. Ampère para establecer su ley de acción mutua de las corrientes eléctricas. Cfr. su memoria del 10 de junio de 1822 in *Mémoires sur l'électromagnétisme et l'électrodynamique*, Paris, Gauthier-Villars, s. a., especialmente págs. 76-77. *Problema en lugar de ése*: estudiar la posibilidad de hallar una metodología general (praxeología) que se aplicara a todo tipo de trabajo, ya fuera intelectual, ya físico. Cfr. KOTARBINSKI, "De la notion de méthode", in *Revue de métaphysique et de morale*, 62, 187, 1957.

1.2.9. Hasta hace muy poco, todo el mundo consideraba como indiscutible que la regla principal del método científico era la siguiente: "Las variables relevantes deben modificarse una a la vez". Se suponía que sólo de este modo era posible un control efectivo de los diversos factores que intervienen en un problema. Pero en la cuarta década de este siglo quedó claro finalmente que nunca tenemos un conocimiento completo de todas las variables relevantes, y que, aunque lo tuviéramos, no podríamos alterar una en un momento dado, congelando al mismo tiempo, por así decirlo, todas las demás: pues hay entre algunas de ellas relaciones constantes (leyes). Se planearon, consiguientemente, experimentos que suponían cambios simultáneos de los valores de cierto número de variables (posiblemente, en interacción), y a esto se llamó esquema factorial. Cfr. R. A. FISHER, *The Design of Experiments*, 6th. edition, London, Oliver and Boyd, 1951. Inferir alguna consecuencia acerca de la mutabilidad del método científico.

1.2.10. Examinar si los siguientes procedimientos se utilizan en la ciencia y, caso afirmativo, en qué medida: 1.º Los varios métodos de deducción. 2.º La inducción. 3.º El método hipotético-deductivo, o sea, el procedimiento que consiste en establecer hipótesis y explicitar sus consecuencias lógicas. 4.º La duda metódica de Descartes (que debe distinguirse de la duda sistemática de los escépticos). 5.º El método fenomenológico de Husserl. 6.º El método dialéctico de Hegel. 7.º La comprensión empática o vivencial (*Verstehen*) de Dilthey.

### 1.3. La Táctica Científica

El método científico es la estrategia de la investigación científica: afecta a todo ciclo completo de investigación y es independiente del tema en estudio (cfr. 1.2.). Pero, por otro lado, la ejecución concreta de cada una de esas operaciones estratégicas dependerá del tema en estudio y del estado de nuestro conocimiento respecto de dicho tema. Así, por ejemplo, la determinación de la solubilidad de una determinada sustancia en el agua exige una técnica esencialmente diversa de la que se necesita para

descubrir el grado de afinidad entre dos especies biológicas. Y la resolución efectiva del primer problema dependerá del estado en que se encuentre la teoría de las soluciones, igual que la resolución del segundo dependerá del estado en que se encuentren la teoría de la evolución, la ecología, la serología y otras disciplinas biológicas.

Cada rama de la ciencia se caracteriza por un conjunto abierto (y en expansión) de problemas que se plantea con un conjunto de tácticas o técnicas. Estas técnicas cambian mucho más rápidamente que el método general de la ciencia. Además, no pueden siempre trasladarse a otros campos: así, por ejemplo, los instrumentos que utiliza el historiador para contrastar la autenticidad de un documento no tienen utilidad alguna para el físico. Pero ambos, el historiador y el físico, están persiguiendo la verdad y buscándola de acuerdo con una sola estrategia: el método científico.

Dicho de otro modo: no hay diferencia de estrategia entre las ciencias; las ciencias especiales difieren sólo por las tácticas que usan para la resolución de sus problemas particulares; pero todas comparten el método científico. Esto, más que ser una comprobación empírica, se sigue de la siguiente *Definición*: Una ciencia es una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes).

Las disciplinas que no pueden utilizar el método científico —por ejemplo, por limitarse a la consecución de datos— no son ciencias, aunque puedan suministrar a la ciencia material en bruto; tal es el caso de la geografía. Ni tampoco son ciencias las doctrinas y prácticas que, como el psicoanálisis, se niegan a utilizar el método científico (cfr. 1.6.).

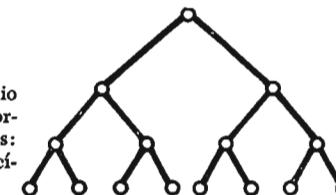
Las técnicas científicas pueden clasificarse en *conceptuales* y *empíricas*. Entre las primeras podemos mencionar las tácticas que permiten enunciar de un modo preciso problemas y conjeturas de cierto tipo, así como los procedimientos (algoritmos) para deducir consecuencias a partir de las hipótesis y para comprobar si la hipótesis propuesta resuelve los problemas correspondientes. (La matemática, como es obvio, suministra el conjunto más rico de tácticas potentes para enunciar problemas e hipótesis de un modo preciso, para deducir consecuencias a partir de los supuestos y para someter las soluciones a prueba o contrastación. Pero no da ayuda alguna en la tarea de hallar problemas o de imaginar el núcleo de hipótesis nuevas para las ciencias factuales. Aparte de eso, en las ciencias más atrasadas nuestras ideas no son aún lo suficientemente claras para ser susceptibles de traducción matemática. Por lo demás, no hay limitación de principio a la aplicación de los conceptos, las teorías y las técnicas de la matemática en la ciencia factual; cfr. Secc. 8.2.) Por lo que hace a las técnicas empíricas, podemos recordar las que sirven para arbitrar experimentos, para llevar a cabo mediciones, y la construcción de instrumentos para registrar y elaborar los datos. El dominio de la mayor parte de esas técnicas es una cuestión de adiestramiento: el talento hace falta para aplicar técnicas cono-

cidas a problemas de tipo nuevo, para criticar las técnicas conocidas y, particularmente, para inventar otras mejores.

Algunas técnicas, aunque no son tan universales como el método general de la ciencia, son aplicables a cierto número de campos diversos. Consideremos ahora tres de esas técnicas casi-universales: el cuestionario ramificado, la iteración y el muestreo. Todas ellas tienen antecedentes en la vida ordinaria y son, por ello, fácilmente comprensibles.

El *cuestionario ramificado* consiste en contemplar el conjunto de posibilidades (lógicas o físicas, según el caso) y dividir las paso a paso en subconjuntos recíprocamente disyuntos hasta que el subconjunto (o el elemento) deseado se alcanza en algún paso. Supongamos que el problema consiste en averiguar cuál de ocho objetos tiene una propiedad determinada —por ejemplo, cuál de las ocho primeras cifras es aquella en la que está pensando nuestro compañero de juego, o cuál es más probable de entre ocho hipótesis: si procedemos de un modo errático, o sea, por ensayo y error,

FIG. 1.2. Aplicación de un cuestionario ramificado, a la manera del Árbol de Porfirio, para un conjunto inicial de 8 objetos: subdivisión ordenada en alternativas recíprocamente excluyentes.



necesitaremos un máximo de siete operaciones (preguntas). Si utilizamos un cuestionario ramificado podemos, en cambio, proceder del modo siguiente. Dividimos el campo de posibilidades (8 objetos) en dos partes iguales, y preguntamos si el objeto buscado se encuentra en el primer subconjunto. Como se trata de un problema de decisión (un problema de sí o no), la contestación a esta sola pregunta bastará para reducir a la mitad nuestra incertidumbre inicial. Repetimos entonces la operación hasta eliminar totalmente la incertidumbre inicial. Tres preguntas bastarán para resolver nuestro problema, como se muestra en la fig. 1.2. El cuestionario ramificado es pues la *metodización del procedimiento por ensayo y error*, que lo diferencia ya bastante del ciego procedimiento del sí-o-no aplicado sin sistema. \*En general, para un conjunto de  $N$  objetos, un cuestionario al azar requiere un máximo de  $N - 1$  preguntas y necesita un promedio de  $N/2$  preguntas. El cuestionario ramificado, en cambio, requiere un máximo de  $H = \log_2 N$  elementos de información. En nuestro caso,  $\log_2 8 = \log_2 2^3 = 3$ .\*

*Procedimientos iterativos.* Éstos son ensayos realizados paso a paso con los que se obtiene un progresivo perfeccionamiento de una solución aproximada: cada solución se basa en (es una función de) la solución precedente y es mejor (más precisa) que ella. Muchas veces el punto de partida tiene que ser meramente conjeturado, con objeto de poder empezar. Cuando

no hay método disponible para hallar una tal primera y grosera solución (de aproximación cero), harán falta experiencia, perseverancia y penetración —sin que sobre un poco de buena suerte. Un ejemplo corriente de procedimiento iterativo es el tiro al blanco. La información acerca de la desviación cometida se retrotransmite al tirador, y ella le permite corregir la puntería en pasos sucesivos, hasta alcanzar el blanco. En este proceso, los errores, en vez de acumularse, se utilizan para mejorar el rendimiento. Así pues, los procedimientos iterativos *se perfeccionan a sí mismos*: pueden aplicarse hasta cualquier grado de precisión que se desee, esto es, hasta que sea despreciable la diferencia entre dos soluciones sucesivas.

\*La matemática cuenta con procedimientos iterativos *exactos*, esto es, con técnicas que garantizan un aumento *uniforme* de la precisión; ejemplos famosos son el Método de Newton para el cálculo de las raíces cuadradas y el método de Picard para obtener soluciones aproximadas de ecuaciones diferenciales. En todos esos casos se construye una secuencia de aproximaciones basándose en una relación fija entre dos o más miembros de la secuencia, y ésta tiene un límite definido. O sea: los procedimientos iterativos matemáticos son convergentes. Ejemplo: hallar una solución de la ecuación  $f(x) = 0$ . Datos:  $f(\ )$  es continua y sus valores en los puntos  $a$  y  $b$  son de signo contrario. (Cfr. fig. 1.3.) Técnica: el *método dicotómico*. Primera conjetura: la función dada tiene valor cero a mitad de camino entre  $a$  y  $b$ , o sea:  $x_1 = (a + b)/2$ . Contrastación: calcular  $f(x_1)$ . Hay dos posi-

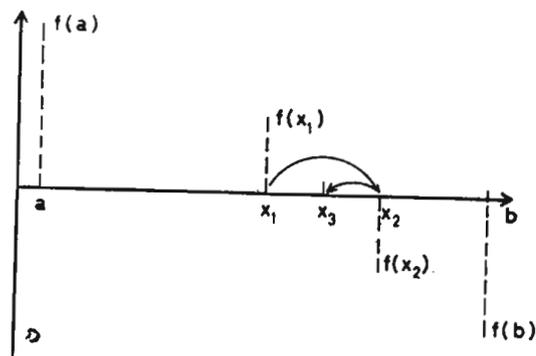


FIG. 1.3. Construcción de proposiciones progresivamente verdaderas mediante el método dicotómico. La solución exacta es el límite de la secuencia de soluciones aproximadas.

bilidades: o bien  $f(x_1)$  es cero, en cuyo caso el problema está resuelto, o bien es diferente de cero. En este último caso vuelve a haber dos posibilidades: o bien  $f(x_1)$  tiene el mismo signo que  $f(a)$ , o bien tiene el mismo signo que  $f(b)$ . Supongamos que la verdad es el primer caso; entonces el cero de la función se encontrará entre  $x_1$  y  $b$ . Tómese la conjetura más simple:  $x_2 = (x_1 + b)/2$ . Si  $f(x_2) = 0$ , el problema está resuelto. Si no,  $f(x_2)$  tendrá el signo de  $f(b)$  o el signo de  $f(x_1)$ . Supongamos que ocurre lo primero. Entonces se prueba con  $x_3 = (x_1 + x_2)/2$ , se calcula  $f(x_3)$  y se proce-

de como antes. De este modo se construye una secuencia cada término de la cual es la media de los dos anteriores. O bien uno de los miembros de la secuencia resuelve el problema, o bien la secuencia se aproxima a la solución exacta, esto es, la solución es el límite de la secuencia. En el primer caso se obtiene una solución exacta; en el segundo se obtienen soluciones aproximadas con cualquier grado deseado de aproximación. Obsérvese que los procedimientos iterativos suponen el concepto de *verdad parcial*. Volveremos a tropezar con este concepto en las Seccs. 10.4 y 15.2.\*

Un tercer ejemplo de método especial pero casi-universal de la ciencia es el *muestreo al azar*, esto es, la extracción de un pequeño subconjunto a partir de un conjunto inicial, o población (que puede ser infinita), de tal modo que la selección extraída no dependa de las propiedades de los individuos que la componen, sino que no los tenga en cuenta y sea, por lo tanto, libre de prejuicios o tendencias. Muestreo al azar es, por ejemplo, lo que suponemos hacer cuando tomamos una muestra cualquiera de alguna mercancía, o cuando controlamos la calidad de un producto manufacturado sin examinar todas las unidades producidas. El muestreo se utiliza también cuando se somete una hipótesis a contrastación empírica: sometemos la hipótesis a prueba respecto de un reducido número de datos relevantes para ella y elegidos sin tendencia ni criterio alguno a partir de una infinitud potencial de datos.

El cuestionar ramificado, los procedimientos iterativos y el muestreo al azar son otras tantas especializaciones del *método de aproximaciones sucesivas*, el cual es característico de la ciencia, aunque no exclusivo de ella. En la lógica pura no puede admitirse ese método, porque en ella se buscan soluciones exactas (o demostraciones exactas de la ausencia de tales soluciones). Pero en la ciencia factual y en considerables regiones de la matemática numérica todo lo que podemos conseguir son precisamente *soluciones aproximadas*, por lo que el método de aproximaciones sucesivas es indispensable.

El gran interés del método de aproximaciones sucesivas para la teoría del conocimiento (epistemología) estriba en que constituye un claro recordatorio de los siguientes puntos. En primer lugar, la investigación científica procede *gradualmente*, y precisamente de tal modo que incluso las comprensiones acertadas que de vez en cuando se consiguen por pura suerte son resultado de anterior investigación y quedan siempre sujetas a corrección. En segundo lugar, la investigación científica, por lo menos respecto del mundo de los hechos, da *verdades parciales*, más que verdades completas y, por lo tanto, finales. En tercer lugar, el método científico, a diferencia de los azarosos tanteos del sentido común y de la especulación sin control, *se corrige a sí mismo*: puede identificar sus errores y puede intentar obtener aproximaciones de orden superior, es decir, respuestas más verdaderas.

Otras tácticas de la ciencia son menos universales: hay que discutir las

refiriéndose a específicos problemas y teorías científicas. Así, por ejemplo, la técnica de rayos X para la identificación de compuestos químicos exige la aplicación de la óptica ondulatoria a la difracción de las ondas por retículos cristalinos: sólo una teoría así nos permite interpretar los anillos observados en los roentgenogramas, anillos que en otro caso serían signos sin sentido, puesto que no tienen parecido alguno con las configuraciones atómicas respecto de las cuales nos informan.

En general, los métodos especiales de la ciencia están *fundados* de un modo u otro en teorías científicas, las cuales se someten a su vez a contrastación con la ayuda de dichas técnicas. Tal es el caso hasta para una técnica tan elemental como la de la pesada con una balanza de platillos: esa técnica presupone la estática y, en particular, la ley de la palanca. Las técnicas y los instrumentos científicos no están nunca consagrados sólo por el éxito: están proyectados y justificados con la ayuda de teorías. La posibilidad de justificar teóricamente cualquier método especial utilizado en la ciencia hace a ésta netamente diversa de las pseudociencias, las cuales emplean procedimientos no fundados, como la adivinación mediante la inspección de un hígado de cordero, o de manchas de tinta, o la audición de la narración de sueños.

El diseño y la justificación de las técnicas especiales de la ciencia corresponden a las ciencias especiales. Aunque toda técnica científica suscita problemas filosóficos referentes a la inferencia, la mayoría de esos problemas tienen que discutirse en el contexto de las respectivas disciplinas. Desgraciadamente, estas cuestiones suelen ser despreciadas o tratadas sin competencia filosófica, a causa de lo cual está aún sujeta a muchos malentendidos la naturaleza de las técnicas científicas y de los resultados que obtienen. Por ejemplo, si la cuestión de la convalidación teórica de las técnicas empíricas de la ciencia se encontrara en un estado más maduro, todo el mundo se daría cuenta de que la información empírica no se estima nunca en un vacío teórico, sino que toda pieza de evidencia empírica tiene que juzgarse a la luz de la teoría utilizada al diseñar y llevar a la práctica la técnica con la cual se ha obtenido esa información. Del mismo modo que ninguna teoría factual se sostiene por sí misma, así tampoco hay dato que constituya por sí mismo evidencia en favor o en contra de una teoría, a menos de que haya sido conseguido e interpretado con la ayuda de alguna teoría científica. En particular, ninguna información obtenida por medios extracientíficos (por ejemplo, las declaraciones de un médium espiritista) puede considerarse evidencia contra teorías científicas o en favor de teorías no-científicas. No hay contrastación de la ciencia que sea independiente de la ciencia. Y esto no implica que los resultados de la ciencia estén sustraídos a la crítica, sino sólo que la única crítica legítima de la ciencia es la crítica interna. Consecuencia para los críticos filosóficos de la ciencia: Primero estudiar, discutir luego.

Exploremos ahora algunas consecuencias de la tesis según la cual la

ciencia es metodológicamente una a pesar de la pluralidad de sus objetos y de las técnicas correspondientes.

## PROBLEMAS

1.3.1. Indicar las diferencias entre las técnicas y la metodología general de una determinada disciplina científica. Cfr. P. LAZARSFELD and M. ROSENBERG, Eds., *The Language of Social Research*, Glencoe, III, The Free Press, 1955, págs. 9-10.

1.3.2. Comentar e ilustrar los catorce principios de investigación propuestos por E. BRIGHT WILSON, *An Introduction to Scientific Research*, New York, McGraw-Hill, 1952, págs. 140 y ss.

1.3.3. ¿Necesita la biología métodos propios especiales además de los de la física y la química? En caso afirmativo, ¿por qué?

1.3.4. Examinar los pasos de una secuencia de operaciones típicamente farmacológica, tal como está descrita por C. D. LEAKE, "The Scientific Status of Pharmacology", *Science*, 134, 2069, 1961.

1.3.5. La geología ha utilizado siempre conceptos físicos ("deformación", "presión", "transporte", "acarreo", "calor", "fusión", "solidificación", etc.). Pero el uso de teorías (mecánica, hidrodinámica, termodinámica, etc.) no llegó hasta bastante más tarde, y la aplicación de métodos físicos no se ha intentado hasta nuestro siglo. La geología experimental particularmente (o sea, la simulación de procesos geológicos en el laboratorio) es un recién nacido. Utilizar este ejemplo, y otros si es posible, para ilustrar y ampliar la tesis de que una disciplina no llega a un status científico sino gradualmente, y suele hacerlo mediante la adopción de algunas ideas y métodos especiales de otra ciencia ya madura y emparentada con ella.

1.3.6. ¿En qué consiste el método comparativo, qué ciencias lo usan y por qué? *Problema en lugar de ése*: Examinar los métodos iterativos y discutir su relevancia para la teoría del conocimiento. Cfr., por ejemplo, E. WHITTAKER and G. ROBINSON, *The Calculus of Observation*, 4th ed., London and Glasgow, Blackie & Son, 1944, Seccs. 42-45.

1.3.7. Bacon creyó que había inventado procedimientos rutinarios para la investigación científica: *Novum Organum*, 1620, reimpresso en *The Philosophical Works of Francis Bacon*, ed. por J. M. Robertson, London, Routledge, 1905, Aphorism LXI, pág. 270: "el procedimiento que propongo para el descubrimiento del saber es tal que deja muy poco a la agudeza y el ingenio, y pone todo ingenio y todo entendimiento más o menos al mismo nivel". ¿En qué pensaba Bacon: en el método científico, o en un conjunto de técnicas para la recolección de los datos y su comparación?

1.3.8. Examinar la tesis de que la psicología no puede utilizar los métodos objetivos de la ciencia porque el sujeto (el investigador) y el objeto (el objeto de la investigación) son uno y el mismo (o porque el objeto de la investigación es parte del sujeto conocedor).

1.3.9. El estudio por sentido común de la personalidad de un individuo lleva al que la estudia a intentar meterse en el pellejo del otro, que es lo mejor para entender su comportamiento. Este procedimiento ha sido llamado *método de*

*comprensión simpatética* (empatía, *Verstehen*), y fue defendido por W. Dilthey y R. G. Collingwood como el método adecuado para la psicología y la historia. Examinar esa pretensión. Cfr. T. ABEL, "The Operation Called 'Verstehen'", *American Journal of Sociology*, 54, 211, 1948; W. H. WALSH, *An Introduction to Philosophy of History*, London, Hutchinson, 1958, especialmente pág. 58; M. BUNGE, *Intuition and Science*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, Inc., 1962, págs. 10-12.

1.3.10. En el curso de la historia de la filosofía se han presentado los siguientes principios relativos al uso de la ciencia por el filósofo: (i) La filosofía no puede dar aplicación alguna a los métodos ni a los resultados de la ciencia; (ii) la filosofía puede utilizar algunos resultados de la ciencia, pero ninguno de sus métodos; (iii) la filosofía puede usar el método general de la ciencia, más que sus resultados; (iv) la filosofía puede usar tanto el método cuanto los resultados de la ciencia. Exponer la propia opinión y argüir en favor de ella.

#### 1.4. Las Ramas de la Ciencia

Diferenciando entre el método general de la ciencia y los métodos especiales de las ciencias particulares hemos aprendido lo siguiente: primero, que el método científico es un modo de tratar problemas intelectuales, no cosas, ni instrumentos, ni hombres; consecuentemente, puede utilizarse en todos los campos del conocimiento. Segundo, que la naturaleza del objeto en estudio dicta los posibles métodos especiales del tema o campo de investigación correspondiente: el objeto (sistema de problemas) y la técnica van de la mano. La diversidad de las ciencias está de manifiesto en cuanto que atendemos a sus objetos y sus técnicas; y se disipa en cuanto que se llega al método general que subyace a aquellas técnicas.

La diferencia primera y más notable entre las varias ciencias es la que se presenta entre *ciencias formales* y *ciencias fácticas*, o sea, entre las que estudian ideas y las que estudian hechos. La lógica y la matemática son ciencias formales: no se refieren a nada que se encuentre en la realidad, y, por tanto, no pueden utilizar nuestros contactos con la realidad para convalidar sus fórmulas. La física y la psicología se encuentran en cambio entre las ciencias fácticas: se refieren a hechos que se supone ocurren en el mundo, y, consiguientemente, tienen que apelar a la experiencia para contrastar sus fórmulas.

Así, la fórmula "x es azul", o, para abreviar, " $A(x)$ ", es verdadera de ciertas cosas, o sea, se convierte en una determinada proposición verdadera si se da como valor a la variable x el nombre de algo que efectivamente sea azul, como el Mar Egeo; y es falsa de muchas otras cosas, o sea, se convierte en una proposición falsa para la mayoría de otros valores asignables a la variable de objeto x. Por otro lado, " $x$  es azul y  $x$  no es azul", o " $A(x) \& \neg A(x)$ ", para abreviar, es falsa para todo valor de x, es decir, en toda circunstancia. Por tanto, su negación, "No ocurre que x es azul y

x no es azul", es verdadera, y su verdad es independiente de los hechos; en particular, no depende de la experiencia (la región fáctica de la que participa el hombre). Dicho brevemente: " $A(x)$ " es el esqueleto o forma de una idea fáctica (si mantenemos la interpretación del predicado "A" como predicado que designa la propiedad de ser azul). Por otro lado, " $\neg[A(x) \& \neg A(x)]$ " (léase: "No ocurre que x es A y x no es A") es la estructura de una idea formal, una verdad lógica en este caso: su valor veritativo no depende de los valores particulares que pueda tomar x; aún más: es independiente de la interpretación que podamos dar al signo 'A'.

La lógica se interesa, entre otras cosas, por la estructura de las ideas factuales y formales; pero mientras que en el primer caso la lógica es insuficiente para hallar valores veritativos, en el último caso la lógica y/o la matemática se bastan para convalidar o invalidar cualquier idea de este tipo puro. En resolución: la ciencia formal es *autosuficiente* por lo que hace al contenido y al método de prueba, mientras que la ciencia fáctica depende del hecho por lo que hace al contenido o significación, y del hecho experiencial para la convalidación. Esto explica por qué puede conseguirse verdad formal completa, mientras que la verdad fáctica resulta tan huidiza.

Puede decirse que el tema propio de la ciencia formal es la forma de las ideas. Otra caracterización equivalente de la ciencia formal consiste en decir que se refiere a las *fórmulas analíticas*, esto es, a fórmulas que pueden convalidarse por medio del mero análisis racional. Considérese, por ejemplo, el enunciado según el cual, si A y B son conjuntos, entonces, si A está incluido propiamente en B, B no está incluido en A. La verdad de este enunciado no depende del tipo de conjunto considerado, ni se establece mediante el estudio de conjuntos de objetos reales: la fórmula pertenece a la teoría de conjuntos abstractos (no descritos): es puramente formal y, consiguientemente, universal, esto es, aplicable siempre que se trate de conjuntos, tipos, especies, ya sean de números o de plantas. Hay diversos géneros de fórmulas analíticas. Para nuestro actual interés las más importantes son las que resultan verdaderas (o falsas) en virtud de su forma lógica, y las que son verdaderas (o falsas) a causa de las significaciones de los símbolos presentes en ellas. El primer conjunto —el de la analiticidad sintáctica— puede ejemplificarse por: "Si x, y, z son números, entonces, si  $x = y$ ,  $x + z = y + z$ ". El segundo —analiticidad semántica— puede ejemplificarse por la frase "Fórmulas sintéticas son todas y sólo las fórmulas que no son analíticas". La ciencia formal no contiene más que fórmulas analíticas, mientras que la ciencia factual contiene, además de esas, *fórmulas sintéticas*, o sea, fórmulas que no pueden ser convalidadas sólo por la nuda razón.

La clara dicotomía entre ciencia formal y ciencia fáctica no debe ocultarnos el hecho de que el conocimiento conceptual de cualquier género (a diferencia de los hábitos, las habilidades y otros tipos de conocimiento

no-conceptual) consiste en ideas: la lógica es un conjunto de ideas igual que lo es la física teórica. Todas las ideas, por concreta que sea su referencia, tienen alguna forma determinada. Así, la forma de “ $x$  es azul” es la misma que la de “ $x$  es primo”, o sea, un esquema sujeto-predicado: “ $P(x)$ ”. Análogamente, “ $x$  es más amable que  $y$ ” y “ $x$  es mayor que  $y$ ” contienen un predicado binario o diádico: ambas son esquemas de la forma “ $L(x, y)$ ”, o, más precisamente, “ $x > y$ ”. Además, toda fórmula dada, cualquiera que sea su contenido, puede transformarse en una fórmula lógicamente equivalente: así, el simple enunciado  $p$  puede convertirse, sin ganar ni perder nada, en  $\neg\neg p$  (doble negación), en  $p \& t$  y en  $p \vee \neg t$ , si “ $t$ ” es una tautología cualquiera (una identidad lógica). En cambio, los contenidos, cuando los hay, son rígidos. En particular, ninguna fórmula sintética se sigue nunca de fórmulas analíticas, ni ninguna fórmula analítica se sigue nunca de fórmulas sintéticas: el matemático no puede inferir nada acerca del mundo partiendo de su mero conocimiento matemático, y, análogamente, tampoco el físico puede establecer ningún teorema matemático sobre la base de su conocimiento fáctico.

Como toda fórmula tiene una u otra forma lógica —y a veces no es nada más que una forma lógica— podemos esperarnos que en todo el cuerpo de la ciencia aparecerán fibras de ciencia formal, aunque no resulten al principio muy visibles. La rigidez que en un momento dado pueda tener el cuerpo del conocimiento se debe a las estructuras lógicas y matemáticas incorporadas a él, más que a los hechos que estudie o a la evidencia por cuyo medio se estimen sus pretensiones de verdad. Pues, en definitiva, el conocimiento científico de los hechos es siempre parcial, indirecto, incierto y corregible, mientras que las formas están hechas por nosotros mismos, y podemos congelarlas. Dicho brevemente: toda la dura resistencia que se encuentre en la ciencia arraiga en su estructura formal: los datos y las hipótesis son maleables, es decir, corregibles.

De esto no se sigue que los *hechos* objetivos sean blandos y deformables, alterables a voluntad: para bien o para mal, la mayoría de los hechos no son cambiables a gusto. Lo que se sigue es que la ciencia factual presupone y contiene ciertas teorías formales que no somete a discusión ni puede someter a duda, porque los hechos son irrelevantes respecto de las ideas puras. (Pero tampoco se sigue de esta situación que las teorías formales sean incorregibles: se perfeccionan constantemente en sus propios contextos formales —pero no como resultado de algún esfuerzo por intentar que concuerden mejor con los hechos; por tanto, no con los mismos métodos especiales de la ciencia factual.) En resolución: lógicamente —aunque no psicológicamente— la ciencia fáctica *presupone* la ciencia formal. (Trataremos esto más despacio en las Seccs. 5.9 y 15.6.)

Dentro de la ciencia formal pueden intentarse varias ordenaciones; pero como nuestro tema es la ciencia factual, no nos interesamos por esta cuestión. Respecto de la ciencia factual adoptaremos la ordenación expues-

tu en el siguiente diagrama. El diagrama parece metodológicamente consistente, en el sentido de que sugiere las disciplinas presupuestas por cualquier ciencia. Pero son posibles otras ordenaciones, y los trazados de límites entre disciplinas contiguas son siempre algo nebulosos y de escasa utilidad. Además, sería insensato insistir mucho en el problema de la clasificación de las ciencias, que en otro tiempo fue pasatiempo favorito de los filósofos y hoy no pasa de ser pejiugera para la administración de la actividad científica y para los bibliotecarios. Nos espera otro tema más interesante: el objetivo de la investigación.

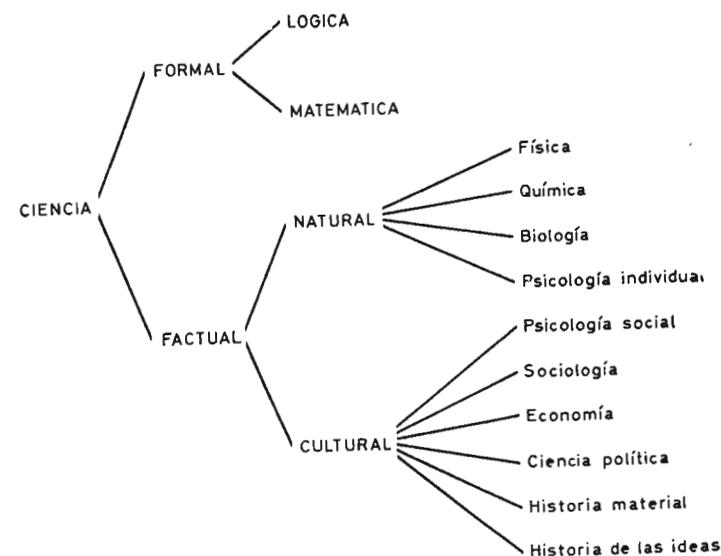


FIG. 1.4. Una clasificación de las ciencias. Se invita al lector a reordenarlas y a rellenar las numerosas lagunas.

## PROBLEMAS

1.4.1. Dar dos ejemplos de ideas factuales y de ideas formales. Mostrar, además, que son efectivamente factuales las unas y formales las otras.

1.4.2. Numerosas afirmaciones de la ciencia factual pueden demostrarse rigurosamente por deducción a partir de premisas (por ejemplo, a partir de los axiomas de una teoría física). ¿Se sigue de ello que esas afirmaciones no tienen contenido factual?

1.4.3. Si una fórmula es *a priori*, es decir, independiente de la experiencia, entonces es analítica, esto es, su convalidación es cosa puramente lógica. ¿Vale la afirmación recíproca, es decir, es toda fórmula analítica una fórmula *a priori*? ¿O es posible tener fórmulas analíticas *a posteriori*, o sea, fórmulas que pueden derivarse por medios puramente lógicos en base a previos supuestos, pero que

no pueden convalidarse, en cuanto a su valor veritativo, aparte de la experiencia? Cfr. M. BUNGE, *The Myth of Simplicity*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, Inc., 1963, Chap. 2.

1.4.4. Numerosas teorías matemáticas se han construido en gran parte como respuestas a necesidades de la vida cotidiana o de la ciencia factual, pura o aplicada. ¿Prueba esto que la matemática se ocupa de hechos? ¿Y prueba que la matemática se contraste mediante la aplicación?

1.4.5. Arquímedes y otros matemáticos han utilizado artificios mecánicos para probar teoremas matemáticos. ¿Muestra eso que la matemática puede trabajarse como una ciencia factual, o que las indicadas pruebas no eran pruebas matemáticas en absoluto, sino más bien procedimientos heurísticos?

1.4.6. Si la lógica y la matemática no se ocupan de la realidad, ¿a qué se debe el que sean aplicables a ella? Indicación: examinar si la ciencia formal se aplica a la realidad o más bien a nuestras ideas sobre la realidad.

1.4.7. Algunas fórmulas, como "Si  $p$ , entonces si  $q$ , entonces  $p$ " (o sea:  $p \rightarrow (q \rightarrow p)$ ), y "Para todo  $x$ , o bien  $x$  es  $P$  o bien  $x$  no es  $P$ " (o sea:  $(x) [P(x) \vee \neg P(x)]$ ) son *universalmente* verdaderas: la primera vale para todos los valores asignables a las variables proposicionales  $p$  y  $q$ , y la segunda para todos los valores de la variable individual  $x$  y de la variable predicativa  $P$ . Se ha inferido de esto que la lógica vale para los rasgos más generales de todos los objetos y que, por tanto, sería una especie de ontología general, "*une physique de l'objet quelconque*" (F. GONSETH). Indicación para la discusión: empezar por establecer si la lógica se refiere realmente a objetos cualesquiera o más bien a ideas cualesquiera.

1.4.8. La etiqueta *ciencia empírica* se usa más frecuentemente que la expresión *ciencia factual* en nuestra tradición lingüística. ¿Por qué? ¿Se trata de nombres incompatibles, o apuntan a aspectos diferentes de la ciencia: a su objeto (el mundo de los hechos) y al modo como convalida su pretensión de verdad (experiencia)?

1.4.9. Analizar las relaciones que median entre dos ramas contiguas de la ciencia; por ejemplo, entre la climatología y la geofísica, entre la geología y la física, entre la zoología y la paleontología, entre la antropología y la arqueología, entre la historia y la sociología, entre la economía y la sociología.

1.4.10. Perfeccionar la clasificación de las ciencias ofrecida en el texto. Asegurarse de que se está usando un criterio de clasificación claro. Indicación: no intentar incluir todas las ciencias, porque seguramente mientras uno está trabajando en este problema está naciendo en algún sitio una ciencia nueva. *Problema en lugar de ése*: admitido que el problema de la clasificación de las ciencias es ya un poco anacrónico, ¿se sigue de ello que todos los límites entre ciencias son artificiales y arbitrarios, o corresponden esos límites a diferencias objetivas en cuanto a tema y método especial? ¿Tiene la clasificación de las ciencias alguna relevancia para la ontología, la disciplina que estudia las categorías básicas, como objeto, espacio, tiempo, cambio?

## 1.5. Objetivo y Alcance de la Ciencia

Los métodos son medios arbitrados para alcanzar ciertos fines. ¿Para qué fines se emplean el método científico y las varias técnicas de la ciencia? En primer lugar, para incrementar nuestro conocimiento (objetivo intrínseco, o cognitivo); en sentido derivativo, para aumentar nuestro bienestar y nuestro poder (objetivos extrínsecos o utilitarios). Si se persigue un fin puramente cognitivo, se obtiene *ciencia pura*. La *ciencia aplicada* y la *técnica* utilizan el mismo método general de la ciencia pura y varios métodos especiales de ella, pero los aplican a fines que son en última instancia prácticos. Si estos fines utilitarios no concuerdan con el interés público, la ciencia aplicada puede degenerar en ciencia impura, tema que se ofrece a la sociología de la ciencia para su estudio.

Por lo que hace a los objetivos, tenemos, pues, la siguiente división:

CIENCIA	{	PURA (p. e., biología)
		APLICADA (p. e., patología) y TÉCNICA (p. e., medicina)

Las principales ramas de la tecnología contemporánea son:

- TECNOLOGÍAS FÍSICAS (p. e., ingeniería eléctrica)
- TECNOLOGÍAS BIOLÓGICAS (p. e., medicina)
- TECNOLOGÍAS SOCIALES (p. e., investigación operativa)
- TECNOLOGÍAS MENTALES (p. e., inteligencia artificial)

Se dice a veces que no hay tal división de las ciencias en puras y aplicadas, porque toda la ciencia apunta en última instancia a la satisfacción de necesidades de una u otra naturaleza; pero esta opinión pasa por alto los objetivos de unas y otras ciencias, y no consigue explicar las diferencias de actitud y motivación entre el investigador que busca una nueva ley natural y el investigador que busca una nueva cosa: el primero desea entender las cosas mejor, el segundo desea mejorar nuestro dominio de ellas. Otras veces se admite la diferencia, pero se sostiene que la ciencia aplicada es la fuente de la ciencia pura, en vez de a la inversa. Esta opinión es errónea: tiene que haber conocimiento antes de poder aplicarlo, a menos que se trate de una mera habilidad o capacidad de operar, en vez de conocimiento conceptual, en cuyo caso se trata de algo práctico desde el primer momento. (Cfr. 11.1 para más detalles.)

Lo que sí es verdad es que la acción —la industria, el gobierno, la educación, etc.— *plantea problemas* frecuentemente, problemas que sólo la ciencia pura puede resolver. Y si esos problemas se elaboran con el espíritu libre y desinteresado de la ciencia pura, las soluciones a dichos problemas pueden resultar aplicables a fines prácticos. Dicho brevemente: la práctica, junto con la mera curiosidad intelectual, es una fuente de problemas científicos. Pero dar a luz no es criar. Hay que cubrir un ciclo

entero antes de que salga algo científico de la práctica: Práctica → Problema Científico → Investigación Científica → Acción Racional. Tal fue el esquema más frecuente hasta la mitad del siglo XIX, más o menos, cuando la física dio nacimiento a la ingeniería eléctrica: a partir de entonces la tecnología propiamente dicha —y ya no sólo la habilidad profesional precientífica— quedó firmemente establecida. Y ya luego la curiosidad intelectual ha sido la fuente de la mayoría de los problemas científicos, empujando, desde luego, por todos los importantes; la tecnología ha seguido frecuentemente la estela de la investigación pura, disminuyendo constantemente el desfase entre las dos. Si se exageran los objetivos externos de la ciencia, se debilitan la curiosidad y la libertad de la investigación, esto es, la libertad de dudar de las ideas recibidas y la libertad de intentar establecer otras nuevas, aunque no parezcan socialmente útiles. El resultado inmediato es la debilitación de la ciencia pura, lo cual lleva por último al estancamiento tecnológico. La política más práctica consiste en no poner fines prácticos a la ciencia.

El blanco primario de la investigación científica es pues el *progreso del conocimiento*. Tal es el caso incluso de la investigación aplicada, como la investigación del efecto de las medicinas en condiciones patológicas; lo que pasa es que en estos casos no se busca conocimiento sin más calificación, sino conocimiento útil. Ahora bien: existe la investigación por la causa pura del conocimiento, pero no existe entidad alguna que podamos considerar como el conocimiento en sí mismo: el conocimiento lo es siempre de algo, por ejemplo, del envejecimiento de las estrellas, o de los hombres. El objetivo central de la investigación en la ciencia factual pura es, por definición, mejorar nuestro conocimiento del mundo de los hechos; y el de la investigación científica aplicada es mejorar el control del hombre sobre los hechos.

¿Significa eso que la investigación científica aspira a trazar *mapas de los hechos*, a trazar, por así decirlo, una gigantesca cosmografía que contuviera la descripción de todo acaecer de la naturaleza y de la cultura? Evidentemente no. Primero, porque una descripción completa ya de nuestro dedo meñique sería prácticamente imposible, a causa del número de sus constituyentes y de la variedad de hechos que ocurren en él en un segundo; por lo demás, si esa descripción fuera posible no tendría, tampoco, ningún interés. En segundo lugar, porque ninguna descripción de un sistema real puede ser razonablemente completa mientras no utilice las leyes de ese sistema, puesto que las leyes constituyen la esencia de todo lo que existe: una mera descripción de apariencias yerraría los rasgos esenciales del sistema. Pero una vez conocidas las leyes, resulta que la descripción detallada tiene ya poco interés. En tercer lugar, porque no nos interesan sólo los existentes actuales, sino también los posibles —las semillas del futuro—, y sólo las leyes, también en este caso, pueden darnos un conocimiento de posibilidades. En cuarto lugar, porque ninguna descripción

puede servirnos ni para explicar lo que ocurre ni para predecir lo que puede ocurrir: la explicación y la predicción científicas se basan en leyes que, a su vez, entrelazan teorías. La comprensión del mundo, en resolución, se consigue con la ayuda de teorías, no de catálogos. Consecuentemente, la reproducción exhaustiva de cada porción de la realidad —o de cada elemento de la experiencia humana— carece de interés, no sólo por ser un racimo de uvas verdes, sino, además, porque no se trata en absoluto de un racimo de uvas.

Lo que busca la ciencia fáctica es establecer mapas de las *estructuras* (leyes) de los varios dominios fácticos. La reconstrucción conceptual de una estructura objetiva es una ley científica (como la ley de inercia); un sistema de tales enunciados legaliformes es una teoría científica (como la teoría newtoniana del movimiento). Más que una cosmografía, pues, la ciencia factual es una cosmología: una reconstrucción conceptual de las estructuras objetivas de los acontecimientos, tanto de los actuales cuanto de los posibles, con lo que se posibilita la comprensión y la precisión de los mismos y, con ello, su control tecnológico.

Cuando las técnicas científicas se aplican a la consecución de datos sin hallar estructuras generales se consigue ciencia embrionaria, *protociencia*. Y cuando el objetivo perseguido es el de la ciencia madura, pero en cambio no se utilizan su método ni sus técnicas, se trata de *especulación* acientífica, ya en la forma de filosofía de la naturaleza, ya en la de la metafísica tradicional (la cual es la ontología no inspirada ni controlada por la ciencia). La especulación acientífica vive del atraso de la ciencia propiamente dicha; así, la psicología filosófica y la antropología filosófica se mantienen vivas porque las correspondientes disciplinas científicas se encuentran aún en un estadio protocientífico; aquella vitalidad no puede sorprender; pues es claro que ambas especulaciones resultan más fáciles y más interesantes que la colección de datos de información aislados, aún sin objetivo teórico. En resolución: no existe ciencia propiamente dicha a menos que el método científico se utilice para alcanzar el objetivo de la ciencia, la construcción de imágenes teoréticas de la realidad, y esencialmente de su tejido de leyes. La investigación científica es, dicho brevemente, la búsqueda de estructuras.

(Algunos filósofos evitan los términos 'mundo' y 'realidad' basándose en que denotan conceptos metafísicos: esos filósofos sostienen que todo lo cognoscible es nuestra propia experiencia, y, consecuentemente, que el único objetivo legítimo de la ciencia consiste en dar razón de la suma total de la experiencia humana. Esta opinión —el empirismo radical— no da a su vez razón de la mera existencia de la mayoría de las ciencias, a saber, y señaladamente, de las que tratan con objetos empíricamente inaccesibles, como los átomos de nuestro cerebro. La ciencia intenta explicar hechos de cualquier clase, incluidos los relativamente pocos hechos experienciales con que efectivamente se encuentra el hombre. En realidad, la expe-

riencia no es el único ni siquiera el principal objeto de la investigación, y, por tanto, tampoco es el único *relatum* de las teorías científicas; la experiencia, si es científica, es un medio de *contrastación* imprescindible de las teorías, pero no suministra todo el contenido o significación de todas ellas. Además, para explicar la experiencia humana —el objeto de las ciencias del hombre— necesitamos algún conocimiento del mundo natural del que formamos parte, y este mundo, generalmente no visto ni tocado, se reproduce gradualmente mediante teorías contrastables que van más allá de lo que puede ser objeto de experiencia.)

La ciencia, pues, tiende a construir *reproducciones conceptuales de las estructuras de los hechos*, o sea, teorías fácticas. Pero también la mitología ofrece modelos del mundo, para entenderlo y para dominarlo mejor. ¿Por qué vamos a preferir las teorías científicas a las especulaciones míticas? La primera tentación invita a contestar: porque las teorías científicas son reconstrucciones verdaderas de la realidad. Pero un vistazo a las infinitas convulsiones de la ciencia, en las cuales la mayoría de las teorías aparecen inficionadas por algún que otro error y sólo unas pocas aparecen como verdaderas, aunque nunca definitivamente, debe convencernos de que la investigación científica no consigue la verdad completa. ¿Qué derecho tenemos, entonces, a creer que la ciencia sale mejor librada que la mitología, especialmente si también la ciencia inventa conceptos como “campo”, “neutrino” y “selección natural”, a los que no puede asociarse unívocamente ninguna experiencia sensible?

¿Debemos llegar a la conclusión de que la mitología y la ciencia suministran imágenes de la realidad diferentes, pero igualmente legítimas? Es evidente que no: la ciencia no pretende ser verdadera, ni, por tanto, final e incorregible, cierta, como, en cambio, hace la mitología. Lo que afirma la ciencia es (i) que es *más verdadera* que cualquier modelo no-científico del mundo, (ii) que es capaz de probar, sometiéndola a contrastación empírica, esa pretensión de verdad, (iii) que es capaz de *descubrir sus propias deficiencias*, y (iv) que es capaz de *corregir sus propias deficiencias*, o sea, de construir representaciones parciales de las estructuras del mundo que sean cada vez más adecuadas. No hay ninguna especulación extracientífica que sea tan modesta y que, sin embargo, dé tanto de sí.

Lo que permite a la ciencia alcanzar su objetivo —la construcción de reconstrucciones parciales y cada vez más verdaderas de la realidad— es su método. En cambio, las especulaciones no-científicas acerca de la realidad (i) no suelen plantear cuestiones propias y limpiamente formuladas, sino más bien problemas que ya contienen presupuestos falsos o insostenibles, tales como “¿Cómo y cuándo se creó el Universo?”; (ii) no proponen hipótesis ni procedimientos fundamentados y contrastables, sino que ofrecen tesis sin fundamento y generalmente incontrastables, así como medios incontrolables (inescrutables) para averiguar su verdad (p. e., la Revelación); (iii) no trazan contrastaciones objetivas de sus tesis y de sus

supuestas fuentes de conocimiento, sino que apelan a alguna autoridad; (iv) consiguientemente, no tienen ocasión alguna de contrastar sus conjeturas y procedimientos con resultados empíricos frescos, y se contentan con hallar ilustraciones de sus concepciones para meros fines de persuasión, más que por buscar realmente contrastación, como muestra la facilidad con que esas concepciones eliminan toda evidencia negativa; (v) no suscitan nuevos problemas, pues todo su interés es más bien terminar con la investigación, suministrando, listo para llevar, un conjunto de respuestas a toda cuestión posible o permitida.

La ciencia, en cambio, no consigue más que reconstrucciones de la realidad que son problemáticas y no demostrables. En realidad, y por eso mismo, no suministra nunca un modelo único de la realidad en cuanto todo, sino un *conjunto de modelos parciales*, tantos cuantas teorías tratan con diferentes aspectos de la realidad; y esa variedad no depende sólo de la riqueza de la realidad, sino también de la heterogeneidad y la profundidad de nuestro instrumental conceptual. La investigación no arranca de tales visiones sintéticas de pedazos de realidad, sino que llega a ellas mediante el *análisis racional y empírico*.

El primer paso del análisis, sea científico o no, es la discriminación de los componentes a algún nivel determinado, por ejemplo, la distinción entre órganos o funciones en un organismo. En un estadio ulterior, se descubren las relaciones entre esos componentes, y esto suministra ya una primera estampa del todo, o sea, la estampa conceptual sinóptica que había que buscar. Una vez conseguido tal modelo del sistema (conjunto de entidades interrelacionadas), puede usarse como instrumento para un análisis más profundo, cuyo resultado se espera que sea una síntesis más adecuada. Cuando se procede especulativamente, es decir, partiendo de grandes visiones sintéticas en vez de trabajar por este procedimiento fragmentario y analítico, se está haciendo algo típicamente acientífico.

Así pues, la investigación científica no termina en un final único, en una verdad completa: ni siquiera busca una fórmula única capaz de abarcar el mundo entero. El resultado de la investigación es un conjunto de enunciados (fórmulas) más o menos verdaderos y parcialmente interconectados, que se refieren a diferentes aspectos de la realidad. En este sentido es la ciencia pluralista. Pero en otro sentido es monista: la ciencia se enfrenta con todos los campos del conocimiento con un solo método y un solo objetivo. La unidad de la ciencia no estriba en una teoría única que lo abraza todo, ni siquiera en un lenguaje unificado apto para todos los fines, sino en la unidad de su planteamiento.

El proceso de reconstrucción del mundo mediante ideas y de contrastación de toda reconstrucción parcial es un proceso infinito, a pesar de la infundada, pero frecuente, esperanza de que la teoría definitiva esté a punto de presentarse. La investigación descubre constantemente lagunas en sus mapas del mundo. Por tanto, la ciencia no puede proponerse un

objetivo definido como algo último, algo así como la construcción de una cosmología completa y sin fallas. El objetivo de la ciencia es más bien el *perfeccionamiento continuo* de sus principales productos (las teorías) y medios (las técnicas), así como la sujeción de territorios cada vez mayores a su poder.

¿Tiene límites esta expansión del objeto de la ciencia? Esto es: ¿hay problemas de conocimiento que no puedan ser tratados con el método y según el objetivo de la ciencia? Las inevitables limitaciones temporales determinadas por nuestra ignorancia no son, naturalmente, la cuestión planteada por esas preguntas; ni tampoco lo son las limitaciones extrínsecas, como las impuestas por el poder ideológico, político o económico. Lo que se pregunta es si hay objetos de conocimiento que sean intrínsecamente recalcitrantes ante el planteamiento científico. Un optimista pensaría que, puesto que la historia de la ciencia muestra el aumento del dominio fáctico cubierto por la ciencia, debemos creer que esa expansión no se detendrá nunca, a menos que nosotros mismos nos degollemos. Pero ninguna experiencia pasada, ninguna tendencia histórica es plenamente demostrativa, por sugestiva que sea: pueden presentarse problemas, a juzgar por lo que sabemos, que resulten impermeables al planteamiento científico.

La conclusión última no tiene por qué sumirnos en el pesimismo respecto del alcance del enfoque científico: hay un hueco para el realismo entre el pesimismo y el optimismo. Una estimación realista podría ser la siguiente. En primer lugar, podemos esperar que todo problema cognoscitivo resultará ser parcialmente resoluble o irresoluble con los medios (métodos especiales), los datos de que dispone la ciencia en cada momento determinado. En segundo lugar, no se ha hallado nunca un método más poderoso que el de la ciencia, y todo esfuerzo en tal sentido que se haya visto coronado por el éxito ha resultado ser un perfeccionamiento del método científico; en particular, los intentos de captar la realidad directamente, sin elaboración alguna (o sea, por percepción directa, por simpatía o por pura especulación), han fracasado sin excepción, y, por si eso fuera poco, la ciencia puede explicar por qué tenían que fracasar necesariamente, a saber, porque muchos, la mayoría de los hechos, están más allá de la experiencia y, consiguientemente, tienen que ser objeto de hipótesis, no de intuición directa. En tercer lugar, el método científico y las técnicas especiales que lo complementan no son nada conclusivo: han ido evolucionando a partir de precedentes más rudimentarios y tendrán que perfeccionarse si queremos obtener resultados mejores. En cuarto lugar, como lo peculiar a la ciencia no es un objeto determinado (o conjunto de problemas determinado), sino más bien un planteamiento preciso (un método y un objetivo), cualquier cosa se convierte en tema científico, en objeto de la investigación científica, en cuanto que se trata con el método de la ciencia y para alcanzar el objetivo de ésta, aunque ese tratamiento no tenga éxito. En resolu-

ción: no podemos ni deseamos garantizar el éxito del enfoque científico de problemas de conocimiento de cualquier género: la ciencia no es una panacea; nuestra afirmación, más modesta, es que el enfoque científico resulta ser el mejor de que disponemos.

Pero hay al menos un objeto —podría uno estar dispuesto a reconocer— que no estudia la ciencia fáctica, a saber, la ciencia misma. Sin embargo, es claro que el estudio de la ciencia puede plantearse científicamente, y que así se hace de hecho de vez en cuando: tenemos, en efecto, unas cuantas inmaduras ciencias de la ciencia. Si se considera la ciencia como una peculiar actividad de individuos y equipos, entonces podemos apelar a la psicología de la ciencia; esta disciplina estudiará, entre otras cosas, el impulso cognitivo, los procesos psicológicos de la producción de hipótesis, la rigidez mental entre los científicos, etc. Si consideramos la ciencia en su contexto social, nos encontramos con la sociología de la ciencia, o sea, con el estudio de los factores sociales que facilitan la investigación y de los que la inhiben, estudio del papel de la ciencia en el planeamiento y el control de la acción humana, etc. Y si estudiamos la ciencia como un aspecto de la evolución cultural, surge la historia de la ciencia, o sea, el estudio de los orígenes y el desarrollo de una línea de investigación, de los cambios de perspectiva científica, etc. Todas éstas son consideraciones *externas* de la ciencia, en el sentido de que no analizan ni critican el método ni el resultado de la investigación, sino que los toman como dados. Además, la psicología, la sociología y la historia de la ciencia son ciencias factuales (empíricas) de la ciencia; manejan y elaboran una gran cantidad de datos empíricos.

El estudio *interno* de la ciencia ha sido desde sus comienzos un tema filosófico. Han sido filósofos —o, a veces, científicos de vacaciones— los que han estudiado el esquema general de la investigación científica, la lógica del discurso científico y las implicaciones filosóficas de su método y de sus resultados. Este estudio interno de la ciencia se interesa por el conocimiento científico independientemente de su origen psicológico, de sus bases culturales y de su evolución histórica, mientras que el estudio externo se ocupa sobre todo de las actividades humanas supuestas por (e incluidas en) la producción, el consumo, el desperdicio y la corrupción de la ciencia: las ciencias externas de la ciencia son otras tantas ramas de la ciencia de la cultura. El estudio interno de la ciencia, en cambio, se encuentra por encima de su objeto, en el sentido semántico de ser un discurso sobre un discurso. Y del mismo modo que un enunciado acerca de un enunciado se llama un metaenunciado, así también el estudio interno de la ciencia puede llamarse *metaciencia*, y es a su vez parte de la teoría del conocimiento (epistemología).

La metaciencia puede dividirse en tres partes: la *lógica* (sintaxis y semántica) de la ciencia, ocupada por problemas como el de la estructura de las teorías fácticas y la relevancia empírica, si la tienen, de los concep-

tos empíricos; la *metodología* de la ciencia, que trata del método general de la ciencia y de las técnicas que lo complementan, como, por ejemplo, la obtención de muestras al azar; y la *filosofía* de la ciencia, que estudia los supuestos y resultados —si los tiene— lógicos, epistemológicos, ontológicos y éticos de la investigación científica. Estos campos problemáticos tienen sus raíces en el pasado, pero no se han planteado científicamente hasta hace poco tiempo. Además, su progreso es hasta ahora muy desigual: mientras que la lógica formal de la ciencia, particularmente la sintaxis de las teorías, es una ciencia exacta, en cambio la metodología y la filosofía de la ciencia siguen limitadas esencialmente a la descripción y al análisis de la ciencia, y sólo de vez en cuando consiguen establecer teorías propias, como la de la probabilidad de las hipótesis; y, aun en estos casos, tales teorías suelen aplicarse a modelos supersimplificados de la ciencia, más que a la ciencia real. En resolución: la metaciencia sigue siendo esencialmente una *protociencia*, y no una ciencia plenamente desarrollada: adopta el planteamiento científico, pero, hasta el momento, ha producido pocos resultados científicos.

En todo caso, podemos afirmar que además de la ciencia *tout court*, contamos con la ciencia de la ciencia:

CIENCIA DE LA CIENCIA	}	EXTERNA	{	PSICOLOGÍA DE LA CIENCIA
				SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA
				HISTORIA DE LA CIENCIA
		INTERNA	{	LÓGICA DE LA CIENCIA
				METODOLOGÍA DE LA CIENCIA
				FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

En conclusión: por limitado que pueda ser el resultado del enfoque científico, no conocemos que tenga limitaciones *intrínsecas* y, además, esas limitaciones no pueden estimarse correctamente sino desde dentro de la ciencia misma: puede colocarse bajo el dominio de la ciencia toda la naturaleza y toda la cultura, incluida la ciencia misma. Sin duda hay temas que hasta el momento no han sido abordados científicamente —por ejemplo, el amor—, ya sea porque nadie ha notado aún su existencia, ya sea porque no han atraído la curiosidad de los investigadores, y, por último, porque circunstancias externas, como el prejuicio —por ejemplo, la idea de que ciertas experiencias humanas no pueden ser objeto de planteamiento científico, sino que tienen que mantenerse siempre en la esfera privada— han impedido su consideración científica. Tales ideas y prejuicios tienen en su favor no sólo el peso de la tradición, sino también una errónea concepción de la ciencia, la mayor parte de las veces su incorrecta identificación con la física. Estos prejuicios son algunos de los últimos bastiones del obscurantismo; se están hundiendo, ciertamente, con rapidez: empezamos a tener estudios científicos de la experiencia estética y hasta de las sutiles manipulaciones de que es objeto la mente del hombre por obra

de anacrónicas ideologías como es, precisamente, la que se opone al estudio científico del objeto hombre.

Los éxitos del enfoque científico, así como su independencia respecto del tema en estudio en cada caso, dan razón de la potencia expansiva de la ciencia, la cual ocupa ahora territorios antes cubiertos por disciplinas humanísticas —por ejemplo, la antropología y la psicología especulativas filosóficas— y está continuamente explorando territorios nuevos. Los mismos factores dan también razón de la creciente importancia de la ciencia en la cultura moderna. Desde el Renacimiento, el centro de la cultura ha ido pasando cada vez más visiblemente desde la religión, el arte y las humanidades clásicas hacia la ciencia, la formal y la fáctica, la pura y la aplicada. Y no se trata sólo de que los resultados intelectuales de la ciencia y sus aplicaciones para fines buenos y malos hayan sido reconocidos hasta por el pintor menos formado culturalmente: hay un cambio aún más importante y agradable, que consiste en la difusión de una *actitud* científica respecto de los problemas del conocimiento y respecto de problemas cuya adecuada solución requiera algún conocimiento, aunque en sí mismos no sean problemas teóricos. Esto no quiere decir que la ciencia está absorbiendo gradualmente toda la experiencia humana y que vayamos a terminar por amar y odiar científicamente, igual que podemos ya curar y matar científicamente. No: salvo la investigación científica misma, las experiencias humanas no son científicas, ni siquiera cuando se benefician del conocimiento científico; lo que puede y debe ser científico es el estudio de toda esa experiencia, que en sí no lo es.

Podemos esperar de una amplia difusión de la actitud científica —pero no de una divulgación de algunos meros resultados de la investigación— cambios importantes de concepción y comportamiento individual y colectivo. La adopción universal de una actitud científica puede hacernos más sabios: nos haría más cautos, sin duda, en la recepción de información, en la admisión de creencias y en la formulación de previsiones; nos haría más exigentes en la contrastación de nuestras opiniones, y más tolerantes con las de otros; nos haría más dispuestos a inquirir libremente acerca de nuevas posibilidades, y a eliminar mitos consagrados que sólo son mitos; robustecería nuestra confianza en la experiencia, guiada por la razón, y nuestra confianza en la razón contrastada por la experiencia; nos estimularía a planear y controlar mejor la acción, a seleccionar nuestros fines y a buscar normas de conducta coherentes con esos fines y con el conocimiento disponible, en vez de dominadas por el hábito y por la autoridad; daría más vida al amor de la verdad, a la disposición a reconocer el propio error, a buscar la perfección y a comprender la imperfección inevitable; nos daría una visión del mundo eternamente joven, basada en teorías contrastadas, en vez de estarlo en la tradición, que rehúye tenazmente todo contraste con los hechos; y nos animaría a sostener una visión realista de la vida humana, una visión equilibrada, ni optimista ni pesimista. Todos esos efectos

pueden parecer remotos y hasta improbables, y, en todo caso, nunca podrán producirlos los científicos por sí mismos: una actitud científica supone un adiestramiento científico, que es deseable y posible sólo en una sociedad programada científicamente. Pero algo puede asegurarse: que el desarrollo de la importancia relativa de la ciencia en el cuerpo entero de la cultura ha dado ya de sí algunos frutos de esa naturaleza, aunque a escala limitada, y que el programa es digno de esfuerzo, especialmente teniendo en cuenta el éxito muy escaso de otros programas ya ensayados.

Para terminar: el planteamiento científico no tiene limitaciones intrínsecas conocidas; se encuentra en un proceso de rápida expansión y está consiguiendo en medida creciente imágenes parciales del mundo externo y del mundo interno al hombre, las cuales son cada vez más verdaderas; y ello por no hablar de las herramientas que está suministrando para el dominio de dicho mundo. (Si alguien sostuviera que el planteamiento científico tiene limitaciones intrínsecas, le pediríamos que fundamentara su afirmación. ¿Cómo? Llevando a cabo él mismo una investigación científica acerca de ese problema.) En virtud de su poder espiritual y de sus frutos materiales, la ciencia ha llegado a ocupar el centro de la cultura moderna, lo que no quiere decir sin más el centro de la cultura de nuestros días. Sería, en efecto, insensato olvidar que, en paralelismo con la cultura superior, subsiste una cultura popular o étnica, y que la pseudociencia ocupa en la cultura urbana popular contemporánea una posición análoga a la que ocupa la ciencia en la cultura superior. Resultará instructivo y entretenido echar un vistazo a todo eso que a menudo se pasa de contrabando bajo la etiqueta de ciencia, aunque carece del método y del objetivo de la ciencia. Pasaremos ahora a ese tema, la ciencia popular.

### PROBLEMAS

1.5.1. Establecer una distinción entre los objetivos de la ciencia y los de científicos individuales, que pueden ser el lograr fama, poder y riqueza. Explicar por qué individuos animados por fines puramente egoístas pueden prestar importantes aportaciones a la ciencia pura (desinteresada).

1.5.2. ¿Nos permite la objetividad de la investigación científica inferir que es algo impersonal? Si no, o sea, si la investigación complica a la persona entera, incluso cuando se realiza en equipo, ¿se sigue de ello que no pueda conseguir la verdad objetiva, que la objetividad de la ciencia es mítica, como han sostenido algunos autores? Cfr. Problema 1.1.2. y M. POLANYI, *Personal Knowledge*, Chicago, University of Chicago Press, 1959.

1.5.3. Los asuntos de administración y gerencia de empresas, la publicidad, el arte de la guerra, pueden llevarse a cabo empíricamente (del modo tradicional) o científicamente, es decir, con la ayuda de especialistas que disponen de conocimiento científico y adoptan una actitud científica. ¿Son en ese caso ciencias tales actividades? Caso afirmativo, ¿por qué? Caso de respuesta negativa, ¿qué es lo que les falta?

1.5.4. ¿Es el conocimiento científico un medio o un fin? Empezar por completar esta pregunta: medio y fin son miembros de una relación triádica que supone también un sujeto. *Problema en lugar del anterior*: los medios y los fines se presentan a pares. Si se cambia el objetivo, hay que cambiar los medios. Aplicar esto a la idea de investigar problemas teológicos con el método científico.

1.5.5. Desarrollar e ilustrar la tesis de que la ciencia se corrige a sí misma, o sea, de que se critica y mejora desde dentro. *Problema en lugar de éste*: un tal carácter de la ciencia, ¿hace que la crítica filosófica sea inadecuada y/o ineficaz?

1.5.7. Describir y ejemplificar análisis científicos de los dos géneros, *factuales* (químicos, por ejemplo) y *conceptuales* o teóricos (por ejemplo, el análisis o descomposición de fuerzas en componentes imaginarias a lo largo de ejes coordenados).

1.5.7. ¿En qué sentidos es analítica la ciencia: lógicamente, metodológicamente u ontológicamente? (*Analicidad lógica*: la propiedad que tiene un enunciado de ser determinable como verdadero o falso sin más ayuda que el análisis de su estructura lógica o de las significaciones de sus términos. *Analicidad metodológica*: la característica de un procedimiento que consiste en descomponer, material o mentalmente, el objeto al que se aplica, en vez de dejarlo entero; un tal análisis puede buscar partes, propiedades o relaciones. *Analicidad ontológica o metafísica*: la doctrina según la cual el mundo es una acumulación de hechos atómicos, es decir, irreducibles e independientes unos de otros.)

1.5.8. Desarrollar la tesis de que una síntesis conceptual científica no es independiente del análisis, sino más bien un resultado de éste. *Problema en lugar de éste*: ¿Es la historia una ciencia o una protociencia?

1.5.9. Examinar las siguientes tesis relativas a la unidad de la ciencia: (i) La unidad de la ciencia estriba en su objeto, la realidad. (ii) La unidad de la ciencia estriba en su objetivo, a saber, narrar la historia de lo que existe. (iii) La unidad de la ciencia consiste en tener —o aspirar a— un único lenguaje, ya sea un lenguaje de datos sensibles (sensismo o sensacionalismo), ya un lenguaje de la observación (empirismo), ya el lenguaje de la matemática (pitagoreísmo). (iv) La unidad de la ciencia consiste en la reducción última de toda ciencia factual a la física (fiscalismo). (v) La unidad de la ciencia estriba en su unicidad de planteamiento (método y objetivos). *Problema en lugar de éste*: Discutir las siguientes afirmaciones (en conflicto) sobre el objetivo de la ciencia factual: (i) El objetivo de la ciencia es la adaptación completa de nuestro pensamiento a nuestras experiencias (el físico E. Mach). (ii) El objetivo de la ciencia es la creación de una visión del mundo completamente independiente del investigador (el físico M. Planck). *Problema en lugar de éste*: Comentar la "Declaration of Interdependence in Science" [Declaración de la Interdependencia de las Ciencias], *Science*, 111, 500 (1950), texto en el cual se formulan la unidad de método y de objetivo de todas las ciencias.

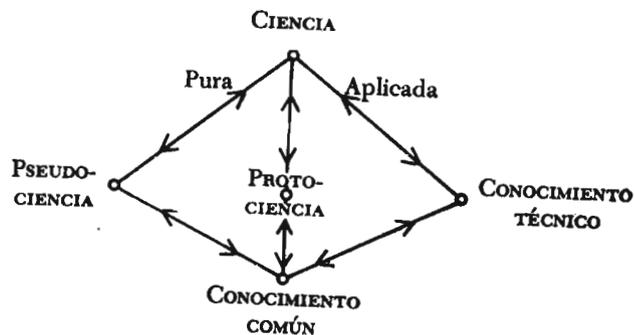
1.5.10. Discutir cada uno de los textos (preliminares) referentes a la ampliación del enfoque científico a temas tradicionalmente reservados a las humanidades. (i) N. RASHEVSKY, *Mathematical Biophysics*, 3rd. ed., New York,

Dover Publications, 1960, vol. II, Chap. XVI, sobre la estética, y *Mathematical Biology of Social Behavior*, 2nd. ed., Chicago, University of Chicago Press, 1959, Appendix IV, sobre historia. (ii) M. BUNGE, "Ethics as a Science", *Philosophy and Phenomenological Research*, 22, 139, 1961, y "An Analysis of Value", *Mathematicae Notae*, 18, 95, 1962. *Problema en lugar de ése*: Explicar por qué se siguen enseñando, al mismo tiempo que las correspondientes ciencias (puras o aplicadas), la antropología filosófica, la psicología filosófica, la filosofía política y la filosofía de la educación.

## 1.6. Pseudociencia

El conocimiento ordinario puede desarrollarse en alguna de las tres direcciones siguientes: (i) *Conocimiento técnico*: es el conocimiento especializado, pero no-científico, que caracteriza las artes y las habilidades profesionales. (ii) *Protociencia*, o ciencia embrionaria, que puede ejemplificarse por el trabajo cuidadoso, pero sin objeto teórico, de observación y experimentación. (iii) *Pseudociencia*: un cuerpo de creencias y prácticas cuyos cultivadores desean, ingenua o maliciosamente, dar como ciencia, aunque no comparte con ésta ni el planteamiento, ni las técnicas, ni el cuerpo de conocimientos. Pseudociencias aún influyentes son, por ejemplo, la de los zahoríes, la investigación espiritista y el psicoanálisis.

No carece la ciencia de relaciones con el conocimiento técnico, la protociencia y la pseudociencia. En primer lugar, la ciencia utiliza las habilidades artesanas, las cuales, a su vez, se enriquecen frecuentemente gracias al conocimiento científico. En segundo lugar, la ciencia utiliza algunos de los datos en bruto conseguidos por la protociencia, aunque muchos de ellos son inútiles por irrelevantes. En tercer lugar, a veces una ciencia ha nacido de una pseudociencia, y en ocasiones una teoría científica ha cristalizado en dogma hasta el punto de dejar de corregirse a sí misma y convertirse en una pseudociencia. Dicho breve y esquemáticamente, pueden considerarse las siguientes líneas de comunicación entre la ciencia y esas vecinas suyas:



¿Qué es lo malo de la pseudociencia? No sólo ni precisamente el que sea básicamente falsa, puesto que todas nuestras teorías factuales son, a lo sumo, parcialmente verdaderas. Lo malo de la pseudociencia es, en primer lugar, que se niega a *fundamentar* sus doctrinas y que no puede, además, hacerlo porque rompe totalmente con nuestra herencia científica —cosa que, por cierto, no ocurre en las revoluciones científicas, todas las cuales son parciales, puesto que toda nueva idea tiene que estimarse por medio de otras que no se ponen en discusión en el contexto dado. En segundo lugar, que la pseudociencia se niega a *someter a contraste* sus doctrinas mediante la experimentación propiamente dicha; además, la pseudociencia es en gran parte incontrastable, porque tiende a interpretar todos los datos de modo que sus tesis queden confirmadas ocurra lo que ocurra; el pseudocientífico, igual que el pescador, exagera sus presas y oculta o disculpa todos sus fracasos. En tercer lugar, que la pseudociencia carece de *mecanismo autocorrector*: no puede aprender nada ni de una nueva información empírica (pues se la traga sin digerirla), ni de nuevos descubrimientos científicos (pues los desprecia), ni de la crítica científica (pues la rechaza con indignación). La pseudociencia no puede progresar porque se las arregla para interpretar cada fracaso como una confirmación, y cada crítica como si fuera un ataque. Las diferencias de opinión entre sus sectarios, cuando tales diferencias se producen, dan lugar a la fragmentación de la secta, y no a su progreso. En cuarto lugar, el objetivo primario de la pseudociencia no es establecer, contrastar y corregir sistemas de hipótesis (teorías) que reproduzcan la realidad, sino influir en las cosas y en los seres humanos: como la magia y como la tecnología, la pseudociencia tiene un objetivo *primariamente práctico*, no cognitivo, pero, a diferencia de la magia, se presenta ella misma como ciencia y, a diferencia de la tecnología, no goza del fundamento que da a ésta la ciencia.

Nuestro primer ejemplo de pseudociencia puede ser el arte de los zahoríes o, más en general, la *rhabdomancia*. La tesis de la rhabdomancia es que ciertos individuos particularmente sensibles pueden percibir inconsciente y directamente las heterogeneidades subterráneas, como minas o yacimientos de agua o petróleo. La técnica de la rhabdomancia consiste en usar una varilla de avellano, castaño, etc., o un péndulo como indicador de aquella sensibilidad. Esquemáticamente, la estructura sería: Accidente Geológico → Recepción Inconsciente → Movimientos Involuntarios del Cuerpo → Oscilaciones del Péndulo → Percepción de las Oscilaciones. Algunos zahoríes modernos sostienen que el primer eslabón de la cadena puede ser también un tumor canceroso o una avería de un motor de automóvil.

¿Qué es lo malo de la rhabdomancia? En primer lugar, ni la tesis ni la técnica de la rhabdomancia están *fundamentadas* en el cuerpo del conocimiento científico, según el cual, más bien, es imposible una acción directa de los cuerpos físicos en los estados mentales: se necesitan un agente físico

y su acción sobre un mecanismo biológico, por la simple razón de que las funciones mentales son propias de sistemas nerviosos altamente desarrollados, los cuales son a su vez sistemas físicos. Por otro lado, las técnicas corrientes de prospección geológica (por ejemplo, la producción de ondas sísmicas artificiales) se basan en leyes físicas bien conocidas: el mecanismo de su operación es conocido, razón por la cual se las considera dignas de confianza. En segundo lugar, la tesis de la rhabdomancia es *incontrastable*, o casi, por cada una de las dos razones siguientes: *a)* esa tesis no supone ni un mecanismo determinado ni una determinada ley, de modo que es difícil averiguar qué es lo que puede discutirse, convalidarse o refutarse, y qué experimentos podrían falsar la tesis; *b)* si el zahorí hace una previsión correcta, por ejemplo, descubriendo una vena subterránea de agua, se considera confirmada su tesis; pero si fracasa al señalar la presencia de agua, defenderá su fe diciendo que hay agua, lo que pasa es que está más abajo del alcance de la perforadora, o bien admitiendo humildemente que ha sido víctima de un error subjetivo: ha considerado, por ejemplo, indicadores meros síntomas de cansancio o nerviosismo. No hay geólogo que pueda alcanzar nunca tal confirmación de sus tesis al cien por cien.

Obsérvese que la experiencia es irrelevante para la refutación de la rhabdomancia. En primer lugar, porque esa fe es empíricamente incontrastable. En segundo lugar, porque un zahorí que tenga un conocimiento descriptivo del terreno puede ser superior a un geólogo que no cuente más que con instrumentos científicos y leyes científicas, pero no tenga aún suficiente conocimiento de la localidad. Por tanto, o bien no se puede discutir la rhabdomancia, o bien hay que decidir a su respecto mediante una argumentación metacientífica, mostrando que sus tesis y su técnica no son ni fundadas ni contrastables, dos requisitos de las ideas y los procedimientos científicos.

Nuestro segundo ejemplo puede ser la *parapsicología*, o investigación psíquica, que son nombres modernos del espiritismo, la actividad de los media, la cartomancia y otras arcaicas creencias y prácticas. Esta doctrina sostiene la existencia de ciertos fenómenos como la telepatía (transmisión del pensamiento), la videncia a distancia, la videncia del futuro y la telequinesis (la causación mental de fenómenos físicos). La psicología atribuye esos supuestos hechos a una percepción extrasensorial (ESP: *extrasensory perception*) y a otras capacidades supra-normales que no pretende explicar. La parapsicología es bastante ambigua no sólo porque trata de entidades no-físicas (como los fantasmas) y acontecimientos no-físicos (como la telepatía), sino también porque no ofrece afirmaciones detalladas —que serían contrastables de un modo preciso— acerca de mecanismos de acción o regularidades; pero eso precisamente la hace máximamente sospechosa para el metacientífico crítico. Aclaremos esa sospecha.

En primer lugar, los parapsicólogos no formulan ni tratan sus tesis como hipótesis, esto es, como supuestos corregibles relativos a aconteci-

mientos no percibidos: al llamar a las supuestas anomalías, desde el primer momento, casos de percepción extrasensorial, el parapsicólogo se compromete ya *a priori* a sostener un determinado supuesto que luego intentará a toda costa ilustrar en vez de estimar. En segundo lugar, las tesis de la investigación psíquica están *formuladas laxamente* y tienen *poco contenido*: son meras afirmaciones acerca de la existencia de ciertos acontecimientos raros, sin precisión acerca del posible mecanismo de la producción, la propagación y la recepción de los mensajes psíquicos. Desde luego, el parapsicólogo no puede aceptar mecanismo físico alguno, pues esto colocaría automáticamente todo el tema en el campo de investigación de la física y de la psicología: cuando se ofrecen explicaciones de los supuestos fenómenos a base de sugerencias sub-liminales (por debajo del umbral consciente) o de nuevas ondas especiales que hubiera que descubrir, se está desenfocando con la mejor intención la verdadera naturaleza de la parapsicología. La única "interpretación" de las supuestas anomalías que puede admitir un parapsicólogo es que se trata de hechos no-físicos y no-normales: en cuanto que intenta ser más preciso, arriesga la refutación inmediata.

En tercer lugar, las vagas tesis de la parapsicología son *no-naturalistas* y *no-fundadas*. Aún más: están en abierta colisión con el conocimiento científico. Este último, en efecto, sugiere hasta hoy las siguientes generalizaciones: *(i)* no hay acontecimiento que carezca de base física; *(ii)* el espíritu no es una sustancia "muy sutil" que pueda abandonar el cuerpo, propagarse en el espacio y obrar en la materia; "espíritu" es simplemente el nombre de un complejo sistema de funciones o estados del sistema nervioso; *(iii)* ningún efecto preexiste a su causa, y, en particular, ningún mensaje puede recibirse antes de que sea emitido, como exige la profecía. La inconsistencia de la ESP con la ciencia le sustrae todo apoyo empírico, porque la información empírica sola no constituye evidencia de ninguna clase: para que un dato se convierta en evidencia en favor o en contra de una hipótesis científica, tiene que ser interpretado a la luz de algún conjunto de teorías. Y puesto que la parapsicología carece completamente de teoría, tiene que aceptar la interpretación de los hechos propuesta por la ciencia normal: mas como la ESP impugna la competencia de esta última para tratar las supuestas anomalías que ella estudia, no puede aceptar dato alguno, ni siquiera los que ella misma recoge. En resolución, la ESP no puede presentar evidencia alguna en su favor.

En cuarto lugar, se ha probado numerosas veces que las observaciones y los experimentos realizados por los parapsicólogos son *metodológicamente inaceptables*: *(i)* de muchos de ellos se ha mostrado que eran lisa y llanamente fraudes; *(ii)* ninguno de ellos es repetible, por lo menos en presencia de personas que no compartan la fe del parapsicólogo, y hay bastante desacuerdo entre los parapsicólogos mismos por lo que hace al enunciado de los meros "hechos"; *(iii)* los parapsicólogos tienden a ignorar la evidencia en contra; lo hacen, por ejemplo, seleccionando series favorecidas y

deteniendo el experimento en cuanto que reaparece la distribución casual; (iv) los parapsicólogos suelen aplicar mal la estadística; por ejemplo, cuando la aplican a muestras que no son casuales (sino subsecuencias seleccionadas de los ensayos) como si fueran estrictamente casuales, del mismo modo, prácticamente, que los vitalistas refutan el materialismo mostrando lo pequeña que es la probabilidad de que un organismo surja espontáneamente del encuentro "casual" de miríadas de átomos.

En quinto lugar, aunque las tesis de la parapsicología son, tomadas una a una, contrastables —aunque a duras penas—, los parapsicólogos tienden a combinarlas de tal modo que el conjunto sea *insusceptible de contrastación*, y, por lo tanto, inmune a cualquier crítica sobre la base de la experiencia: en cuanto que una serie de pruebas resulta caer muy por debajo de lo meramente probable, enseguida sostienen que el sujeto está cansado, o que se resiste a creer, o hasta que ha perdido su capacidad paranormal, la cual, por cierto, no tiene relación alguna con otras capacidades, de tal modo que sólo se manifiesta cuando se dan resultados por encima de lo probable, y nunca por el análisis de la personalidad, por no hablar ya de la investigación neurofísica; si el sujeto no lee la carta o mensaje que debía leer según el parapsicólogo, sino la carta o mensaje siguiente de una secuencia, el parapsicólogo declara que ese sujeto presenta el fenómeno de desplazamiento anterior, que se interpreta a su vez como un claro caso de profecía; y si no consigue mover el dado o tocar la trompeta a distancia, el parapsicólogo dictamina una inhibición momentánea o, caso necesario, la pérdida final de la capacidad del sujeto. De este modo se consigue que el conglomerado de las tesis parapsicológicas sea inatacable y, al mismo tiempo, que las técnicas científicas de contrastación resulten irrelevantes.

En sexto lugar, la parapsicología es culpable de no haber conseguido, en 5.000 años de existencia, mostrar *una sola regularidad empírica*, por no hablar ya de leyes sistematizadas en una teoría. La parapsicología no ha conseguido enunciar ni hechos seguros ni leyes; ni siquiera puede decirse que sea una joven teoría aún no sometida a contrastación, pero prometedora: simplemente, no es una teoría, pues las pocas tesis de la doctrina son ambiguas y se usan para fines de defensa recíproca contra las críticas, no para derivar lógicamente consecuencias contrastables. Dicho de otro modo: la investigación psíquica no ha conseguido nunca alcanzar el objetivo de la ciencia, ni lo ha deseado jamás.

Nuestro último ejemplo de pseudociencia será el *psicoanálisis*, al que no hay que confundir con la psicología ni con la psiquiatría (la tecnología asociada a la psicología). El psicoanálisis pretende ser una teoría y una técnica terapéutica. Como teoría sería aceptable si se mostrara que es suficientemente verdadero; como técnica, si se mostrara que es suficientemente eficaz. Pero para poder sostener la pretensión de verdad o la pretensión de eficiencia, un cuerpo de ideas y prácticas tiene que someterse él

mismo a los cánones de desarrollo de la ciencia pura y aplicada, por lo menos si desea ser tomado por una ciencia. Ahora bien, el psicoanálisis no consigue pasar las pruebas de científicidad.

En primer lugar, las tesis del psicoanálisis son *ajenas a la psicología, la antropología y la biología, y a menudo incompatibles con ellas*. Por ejemplo: el psicoanálisis es ajeno a la teoría del aprendizaje, el capítulo más adelantado de la psicología. La hipótesis de una memoria racial inconsciente no tiene apoyo alguno en genética; la afirmación de que la agresividad es instintiva y universal se contradice con la etología y la antropología; la hipótesis de que todo hombre acarrea un complejo de Edipo está en contradicción con los datos de la antropología. Esto no sería grave si se tratara de puntos secundarios de la doctrina; pero son puntos importantes y, sobre todo, el psicoanálisis no puede apelar a la ciencia para eliminar esas partes de su doctrina, porque se presenta como una ciencia rival e independiente.

En segundo lugar, algunas hipótesis psicoanalíticas son *incontrastables*; por ejemplo, las de la sexualidad infantil, la existencia de entidades desencarnadas dentro de la personalidad (el id, el ego, el superego), y del sueño como significativo de la vuelta al seno materno.

En tercer lugar, las tesis psicoanalíticas que son contrastables han sido ilustradas, pero nunca realmente *contrastadas* por los psicoanalistas con la ayuda de las técnicas corrientes de contrastación; en particular, la estadística no desempeña papel alguno en el psicoanálisis. Y cuando han sido psicólogos científicos los que han sometido esas tesis a contrastación, el resultado ha sido un fracaso. Ejemplos: (i) la conjetura de que todo sueño es la satisfacción de un deseo ha sido contrastada preguntando a sujetos con necesidades urgentes y objetivamente conocidas, como la sed, el contenido de sus sueños; resultado: hay muy escasa correlación entre las necesidades y los sueños. (ii) Según la hipótesis de la catarsis, la contemplación de films que exponen comportamientos violentos debería tener como resultado una descarga de agresividad; la experimentación científica ha mostrado el resultado contrario (R. H. Walters y otros científicos, 1962). (iii) Estudios muy sistemáticos y tenaces (W. H. Sewell, 1952, y M. A. Strauss, 1957) han destruido la tesis psicoanalítica de que existe una correlación relevante entre las primeras costumbres de alimentación y excreción, por un lado, y rasgos de la personalidad por otro. (iv) Formando grupos para estimar la influencia de la terapéutica psicoanalítica en la neurosis, no se ha encontrado influencia favorable alguna, pues el porcentaje de curaciones estaba algo por debajo del porcentaje de curaciones espontáneas (resultados de H. H. W. Miles y otros experimentadores, 1951, de H. J. Eysenck, 1952, y de E. E. Levitt, 1957); en cambio, la técnica científica de recondicionamiento tiene éxito en la mayoría de los casos (J. Wolpe, 1958).

En cuarto lugar, aunque algunas conjeturas psicoanalíticas son, tomadas aisladamente, contrastables, y lo han sido, como acabamos de ver, en

cambio, *no son contrastables tomadas como cuerpo total*. Por ejemplo: si el análisis del contenido de un sueño no muestra que ese sueño es la satisfacción imaginaria de un deseo, el psicoanalista sostendrá que eso sólo prueba que el sujeto ha reprimido enérgicamente su deseo, el cual está por tanto más allá del control del terapeuta; análogamente, ante una persona que no presente complejo de Edipo, el psicoanalista dirá que lo tiene muy reprimido, tal vez por el temor a la castración. Y de esta manera las diversas tesis, los diversos miembros de la banda, se protegen los unos a los otros, y la doctrina en su conjunto resulta inatacable por la experiencia.

En quinto lugar, el psicoanálisis, además de eliminar por absorción indiscriminada toda evidencia que normalmente (en la ciencia) sería considerada desfavorable, *se resiste a la crítica*. Y hasta la elimina mediante el argumento *ad hominem* según el cual el crítico está manifestando el fenómeno de resistencia, y confirmando así la hipótesis psicoanalítica sobre ese fenómeno. Ahora bien: si ni la argumentación ni la experiencia pueden resquebrajar una doctrina, entonces esa doctrina es un dogma, no una ciencia. Las teorías científicas, lejos de ser perfectas, son, o bien fracasos que se olvidan, o bien construcciones perfectibles, y por tanto corregidas en el curso del tiempo.

Eso puede completar nuestra esquemática exposición de las *mancias* que quieren ser tomadas como ciencias. Por varias razones son de desear análisis metacientíficos más detallados de la pseudociencia. En primer lugar, para ayudar a las ciencias jóvenes —especialmente a la psicología, la antropología y la sociología— a eliminar creencias pseudocientíficas. En segundo lugar, para ayudar a la gente a tomar una actitud crítica en lugar de la credulidad aún corriente. En tercer lugar, porque la pseudociencia es un buen terreno de prueba para la metaciencia y, en particular, para los criterios que caracterizan a la ciencia distinguiéndola de la no-ciencia: las doctrinas metacientíficas deberían estimarse, entre otras cosas, por la cantidad de sin-sentido que autorizan.

Por lo demás, la pseudociencia ofrece muy poca cosa a la ciencia contemporánea. Puede valer la pena poner a prueba alguna de sus conjeturas no contrastadas, si es que son contrastables; algunas de ellas pueden, después de todo, tener algún elemento de verdad, y hasta el establecer que son falsas significará cierta adquisición de conocimiento.

Pero el problema más importante planteado a la ciencia por la pseudociencia es el siguiente: ¿cuáles son los mecanismos psíquicos y sociales que han permitido sobrevivir hasta la edad atómica a supersticiones arcaicas, como la fe en la profecía y la fe en que los sueños dicen la verdad oculta? ¿Por qué no se desvanecen las supersticiones y sus exuberantes desarrollos, las pseudociencias, en cuanto se demuestra la falsedad de su lógica, de su metodología demasiado ingenua o maliciosa, y de sus tesis, incompatibles con los mejores datos y las mejores teorías de que dispone la ciencia?

## PROBLEMAS

1.6.1. Los pseudocientíficos suelen hacer la propaganda de su saber indicando que tal o cual científico o filósofo cree en él. ¿Qué tipo de argumentación es ésta? ¿Constituye eso una prueba de la pseudociencia así presentada, o más bien es una indicación acerca de la actitud científica del pensador que cite?

1.6.2. ¿Por qué no aparecen nunca fantasmas en Piccadilly Circus ni en Times Square? ¿Por qué escasean cada vez más los media sensibles y visionarios? ¿Por qué los astrólogos no repasan nunca sus anteriores profecías para calcular el porcentaje de aciertos? ¿Por qué sus intuiciones son por de pronto razonables, es decir, tales que puede hacerlas cualquier persona bien informada? ¿Por qué no utilizan los psicoanalistas las técnicas estadísticas de control de las hipótesis cualitativas? ¿Sólo porque no las dominan? ¿Por qué no anuncian los curanderos la frecuencia de sus supuestas curaciones, en vez de dar su número total? ¿Por qué los parapsicólogos y los psicoanalistas no enuncian predicciones precisas?

1.6.3. Presentar una reseña de cada una de las obras siguientes sobre psicoanálisis: H. J. EYSENCK, "Psychoanalysis: Myth or Science?", *Inquiry*, 1, 1, 1961. H. J. EYSENCK, ed., *Handbook of Abnormal Psychology*, London, Pitman Medical Publishing Co., 1960, Chap. 18. E. NAGEL, "Methodological Issues in Psychoanalytic Theory", in S. HOOK, ed., *Psychoanalysis, Scientific Method and Philosophy*, New York, New York University Press, 1959. W. H. SEWALL, "Infant Training and the Personality of the Child", *American Journal of Sociology*, LVIII, 150, 1952. J. WOLPE, *Psychotherapy by Reciprocal Inhibition*, Stanford, Stanford University Press, 1958, passim. L. BERKOWITZ, *Aggression*, New York, McGraw-Hill, 1962. *Problema en lugar del anterior*: reseñar los escritos aludidos en el texto, localizándolos en los *Psychological Abstracts*.

1.6.4. Presentar un informe acerca de cada uno de los siguientes artículos sobre parapsicología. W. FELLER, "Statistical Aspects of ESP", *Journal of Parapsychology*, 4, 271, 1940. R. ROBINSON, "Is Psychical Research Relevant to Philosophy?", *Proceedings of the Aristotelian Society*, Suppl. vol. XXIV, 189, 1950. J. L. KENNEDY, "An Evaluation of ESP", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 96, 513, 1952. G. R. PRICE, "Science and the Supernatural", *Science*, 122, 359, 1955, y la subsiguiente discusión publicada en la misma revista, 123, 9, 1956. C. E. M. HANSEL, *ESP and Parapsychology: A Critical Re-Evaluation*, Buffalo, New York, Prometheus Books, 1980. J. ALCOCK, *Parapsychology: Science or Magic?*, Oxford, Pergamon Press, 1981. *Problema en lugar del anterior*: Redáctese una reseña crítica de los artículos aparecidos en *The Skeptical Inquirer* acerca de alguna de las pseudociencias.

1.6.5. ¿Pueden perfeccionarse la parapsicología y el psicoanálisis mediante una formulación más precisa de sus hipótesis, una organización lógica mejor y más datos empíricos, como frecuentemente sostienen sus partidarios menos fanáticos?

1.6.6. La astronomía nació de la astrología, la química de la alquimia y la medicina del chamanismo. ¿Podemos inferir de eso que toda pseudociencia da nacimiento o, por lo menos, se convierte en una ciencia, y, consecuentemente, que la parapsicología y el psicoanálisis pueden tal vez dar lugar a nuevas ciencias?

1.6.7. Comentar alguno de los enunciados siguientes: (i) S. FREUD, *Introductory Lectures on Psychoanalysis*, 2nd. ed., London, Allen & Unwin, 1929, pág. 16: el psicoanálisis "tiene que abandonar toda concepción previa, anatómica, química o fisiológica, y tiene que trabajar siempre con concepciones de orden puramente psicológico". (ii) R. H. THOULESS, citado por S. G. SOAL and F. BATEMAN, *Modern Experiments in Telepathy*, London, Faber and Faber, y New Haven, Conn., Yale University Press, 1954, pág. 357: "Querría indicar que el descubrimiento de los fenómenos *psi* nos ha llevado a un punto [...] en el cual tenemos que poner en tela de juicio teorías básicas, porque ellas nos imponen expectativas contradichas por los resultados experimentales [...] tenemos que estar dispuestos a discutir todas nuestras viejas concepciones y a desconfiar de todos nuestros hábitos mentales". *Problema en lugar de ése*: ¿En qué difieren las pseudociencias de las normales herejías científicas?

1.6.8. Realizar un análisis metacientífico de las siguientes doctrinas: frenología, grafología, homeopatía, osteopatía, *Rassenkunde* [la teoría alemana del racismo]. Averiguar si todas ellas comparten el método y el objetivo de la ciencia. *Problema en lugar de ése*: Realizar un estudio de las curaciones milagrosas (por la fe, la confesión, la logoterapia, los remedios de curandero, etc.) y de su especial lógica. Mostrar, en particular, si suponen (i) la falacia del *post hoc, ergo propter hoc* (después de, luego por causa de); (ii) la ignorancia de otras hipótesis posibles (como la sugestión, por ejemplo); (iii) la ignorancia de casos desfavorables o su conversión en casos favorables mediante el añadido de hipótesis *ad hoc* (por ejemplo, explicando el fracaso por sortilegios o por falta de fe).

1.6.9. ¿Qué hay que examinar para averiguar si una determinada doctrina es científica o no lo es? ¿Su uso de una jerga especial? ¿Su uso de procedimientos empíricos (como la observación)? ¿Su aparente éxito práctico? ¿La cantidad y calidad de sus seguidores? ¿O los métodos que usa, su continuidad con el cuerpo de la ciencia y su objetivo?

1.6.10. La homeopatía afirma que cura con ciertos productos naturales altamente diluidos. Al calcular la concentración de una medicina homeopática se halla una cifra del orden de una molécula por centímetro cúbico. ¿Basta esto para dejar de lado la homeopatía, o es necesario someterla a experimentación? En cualquier caso, ¿qué tipo de argumentación sería el usado? *Problema en lugar de ése*: estudiar la psicología de la credulidad. Respecto de la defensa de *lugar de ése*: Analizar la opinión de P. K. FEYERABEND, en *Contra el método*, Madrid, Tecnos, 1979, de que la ciencia es un mito como cualquier otro, y de que no se diferencia de la pseudociencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- H. J. ACKOFF, *Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions*, New York and London, John Wiley & Sons, Inc., 1962, Chap. 1.
- M. BUNGE, *Metascientific Queries*, Springfield, Ill., Charles C. Thomas Publisher, 1959, Chaps. 1-3.
- , *Method, Model, and Matter*, Dordrecht, Reidel, 1973.
- , *Ciencia y desarrollo*, Buenos Aires, Siglo Veinte, 1980.
- , *The Strategy of Inquiry*, Dordrecht and Boston, D. Reidel, 1983.
- J. B. CONANT, *On Understanding Science*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1947.
- C. W. CHURCHMAN, R. L. ACKOFF and E. L. ARNOFF, *Introduction to Operations Research*, New York, London, John Wiley & Sons, Inc., 1957, Chap. 1.
- P. K. FEYERABEND, *Contra el método*, Madrid, Tecnos, 1979.
- M. GARDNER, *Fads and Fallacies*, New York, Dover Publications, 1957.
- H. MEHLBERG, *The Reach of Science*, Toronto, Toronto University Press, 1958, Part. II.
- L. K. NASH, *The Nature of the Natural Sciences*, Boston, Little, Brown and Co., 1963.
- E. NAGEL, *The Structure of Science*, New York, Harcourt, Brace & World, 1961.
- K. R. POPPER, *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1962.
- E. B. WILSON, Jr., *An Introduction to Scientific Research*, New York, McGraw-Hill, 1952, Chap. 3.

## CAPÍTULO 1

### EL ENFOQUE CIENTIFICO

- 1.1. Conocimiento: Ordinario y Científico
- 1.2. El Método Científico
- 1.3. La Táctica Científica
- 1.4. Las Ramas de la Ciencia
- 1.5. Objetivo y Alcance de la Ciencia
- 1.6. Pseudociencia

La ciencia es un estilo de pensamiento y de acción: precisamente el más reciente, el más universal y el más provechoso de todos los estilos. Como ante toda creación humana, tenemos que distinguir en la ciencia entre el trabajo —investigación— y su producto final, el conocimiento. En este Capítulo consideraremos tanto los esquemas generales de la investigación científica —el método científico— cuanto su objetivo.

#### **1.1. Conocimiento: Ordinario y Científico**

La investigación científica arranca con la percepción de que el acervo de conocimiento disponible es insuficiente para manejar determinados problemas. No empieza con un borrón y cuenta nueva, porque la investigación se ocupa de problemas, y no es posible formular una pregunta —por no hablar ya de darle respuesta— fuera de algún cuerpo de conocimiento: sólo quienes ven pueden darse cuenta de que falta algo.

Parte del conocimiento previo de que arranca toda investigación es conocimiento ordinario, esto es, conocimiento no especializado, y parte de él es conocimiento científico, o sea, se ha obtenido mediante el método de la ciencia y puede volver a someterse a prueba, enriquecerse y, llegado el caso, superarse mediante el mismo método. A medida que progresa, la investigación corrige o hasta rechaza porciones del acervo del conocimiento ordinario. Así se enriquece este último con los resultados de la ciencia: parte del sentido común de hoy día es resultado de la investigación cien-