



La integración del conocimiento

Primera Edición

© Carlos Blanco

Diseño de portada

© Sandra Delgado

© **Ediciones Evohé, 2018**

www.edicionesevohe.com

ISBN: 978-84-948307-0-9

Depósito Legal: M-7995-2018

LA INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO



Carlos Blanco



Ediciones Evohé

ÍNDICE

<i>Prefacio</i>	11
<i>Plan general de la obra</i>	15
I. HERRAMIENTAS CONCEPTUALES BÁSICAS PARA LA INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO	17
1. La naturaleza de la racionalidad	17
1.1. El concepto general de racionalidad	17
1.2. Pensamiento, conocimiento y demostración	23
1.2.1. Formas fundamentales del pensar y del conocer	23
1.2.2. Identidad y contradicción, análisis y síntesis	29
1.2.3. Lo a priori y lo a posteriori	35
1.3. Razón, completitud y escepticismo	47
1.3.1. Límites de la razón y límites del conocimiento	47
1.3.2. Crítica del solipsismo	51
1.3.3. Verdad y totalidad	61
1.3.4. Postulados básicos para una teoría del conocimiento	66
II. EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y EL OBJETO DE LA INTEGRACIÓN	73
2. La explicación científica	74
2.1. Imaginación, razón y experiencia	74

2.2. El diseño de modelos científicos	79
2.3. Categorías científicas y condensación de complejidad	93
2.4. Leyes matemáticas y leyes de la naturaleza	102
2.4.1. Leyes matemáticas	102
2.4.1.1. Las matemáticas y la «imaginación racionalizada»	102
2.4.1.2. Breve bosquejo histórico	105
1) La racionalización del infinito y el concepto de conjunto	105
2) Logicismo, intuicionismo y formalismo	108
2.4.1.3. Axiomática, fundamentación y presupuestos	113
2.4.2. Leyes físicas	117
2.4.2.1. La racionalidad en la naturaleza: constantes, partículas y fuerzas	117
2.4.2.2. Leyes universales y leyes locales	123
2.4.3. Leyes biológicas	134
2.4.4. El mundo humano	142
3. Tres grandes bases teóricas para la unificación del saber	149
3.1. Física, biología y neurociencia	149
3.2. Conservación, selección y unificación	153
3.3. La unidad de la naturaleza	154
III. MENTE Y MATERIA; SUBJETIVIDAD E INTEGRACIÓN	161
4. De la molécula al pensamiento: hacia una comprensión de la mente	163
4.1. Niveles de complejidad en el cerebro humano	163
4.2. Instrucción y selección	170
4.3. Hacia una comprensión interdisciplinar de la conciencia	175

IV. EL HORIZONTE DE LA INTEGRACIÓN; CONOCIMIENTO Y EXISTENCIA HUMANA	191
5. Especialización e integración	193
5.1. La unificación del conocimiento científico	193
5.2. Lo analítico, lo sintético y los grandes desafíos de la humanidad	201
6. Conocimiento, riqueza y futuro	206
6.1. Trabajo, automatización y liberación humana	206
6.2. El poder y los límites de la razón	215
6.3. El futuro y las posibilidades de la mente	222
V. SÍNTESIS: TESIS SOBRE LA NATURALEZA Y EL CONOCIMIENTO	233
<i>Materiales suplementarios</i>	263
Apéndice I. Entre la ciencia y la filosofía: Sir Charles Sherrington y la naturaleza de lo mental	263
Apéndice II. ¿Es compatible el concepto de libertad con la investigación neurocientífica?	279
Apéndice III. La belleza del conocimiento	286
<i>Referencias Bibliográficas</i>	303

«¡Cómo se entreteje el conjunto de las
cosas en el todo y cómo lo uno repercute
y vive en lo otro! ¡Cómo las fuerzas
celestiales suben y bajan y se siguen los
áureos cangilones! ¡Con un vaivén que
huele a bendición, bajan desde el cielo a
recorrer la tierra y hacen que resuene en
armonía el universo!»

GOETHE, *Fausto*

PREFACIO

Este trabajo tiene como propósito abordar un proyecto que podría denominarse «la integración del conocimiento». Se trata de una empresa eminentemente filosófica, como trataré de argumentar.

Nuestra época cuestiona la necesidad de la reflexión filosófica. Para muchos, las antiguas disquisiciones metafísicas cumplieron un papel precursor y contribuyeron al desarrollo del pensamiento racional, puerta a la visión científica del mundo. Sin embargo, en la actualidad la mente humana podría prescindir por completo de las especulaciones filosóficas, para limitarse a recopilar datos empíricos y a armonizarlos en modelos teóricos cada vez más sofisticados.

Absorbidas o incluso fagocitadas por el progreso de las ciencias naturales y sociales, las teorías filosóficas habrían perdido vigencia, dada su incapacidad para producir avances significativos en el saber. Enredada en las mismas e inveteradas discusiones, fascinada por el lenguaje y sus usos, obsesionada por analizar hasta la saciedad las opiniones vertidas por los pensadores de hace siglos, la actividad filosófica habría languidecido definitivamente, y hoy no presentaría visos de recuperación. Cercada por las ciencias en uno de sus flancos, que penetran en territorios antes monopolizados por la filosofía, muchos consideran que su única salvación estriba en abrazarse a la expresión artística, para acabar por convertirse en un género de la literatura (realista o fantástica). Desvanecidas, así, las altas pretensiones científicas que habían albergado algunos de los pensadores más egregios, la filosofía se vería ahora obligada a vagar por una tierra de nadie, a medio camino entre las ciencias y las artes, sin poseer ningún contenido verdaderamente propio y diferencial.

La noción misma de «problema filosófico» despertará las suspicacias de muchos. ¿Acaso no son esos supuestos problemas filosóficos pseudocuestiones, perfectamente abordables desde un punto de vista lógico y científico? ¿No carece la filosofía de un objeto de estudio propio, por lo que todas las hipotéticas dificultades que confronta en realidad responden o a confusiones lingüísticas o a planteamientos conceptualmente incorrectos? ¿Cómo explicar los escasos avances efectuados en la senda hacia su resolución?

Con la probable excepción de los problemas éticos, donde la necesidad de la reflexión filosófica parece incontestable, pues en ellos no ha sido aún posible reducir el examen filosófico tradicional a un procedimiento similar al que emplean las ciencias naturales, la mayoría de las cuestiones investigadas por la filosofía suelen ser susceptibles de un análisis lógico y científico. Debatar sobre la naturaleza del espacio, el tiempo y la mente —por mencionar unos ejemplos ilustres— ya no es patrimonio exclusivo de la filosofía. Ciencias como la física y la neurociencia han contribuido más a esclarecer estas cuestiones que el sinnúmero de especulaciones filosóficas consagradas a entenderlas.

No debemos olvidar, empero, tanto la legitimidad histórica de la filosofía, que en muchas ocasiones ha proporcionado un vigoroso estímulo para el desarrollo del pensamiento lógico y científico, como la persistencia de problemas que, por su carácter fundamental, su amplitud y su condición interdisciplinar, pueden beneficiarse de las aportaciones filosóficas. Esta idoneidad de la filosofía se pone de relieve en problemas tradicionales de la metafísica y de la epistemología, donde la capacidad de efectuar una crítica profunda de los presupuestos y de los marcos conceptuales subyacentes a muchos resultados de las ciencias constituye una interesante fuente de valor añadido al tratamiento puramente empírico. Con su mezcla de análisis y de síntesis, con su fusión de lo hipotético y de lo deductivo, con su denodada pretensión de conectar perspectivas divergentes y de llegar a los conceptos fundamentales, la filosofía puede y debe contribuir a la resolución de grandes problemas que, dada su extensión o su intensidad, quizás desborden el campo específico de una ciencia particular y requieran una perspectiva más integradora.

En este sentido, no existen problemas exclusivamente filosóficos, como tampoco existe un método monopolizado por la filosofía. La convergencia de racionalidad creativa y selección empírica continúa siendo, como en las ciencias naturales, la estrategia por antonomasia para comprender fehacientemente la realidad. Pero la filosofía no solo aspira a entender, sino a edificar; es por tanto en la comprensión del sentido de los resultados científicos para la vida humana y de las posibilidades de mejora del mundo que ofrecen donde también brilla una dimensión importante de la actividad filosófica. Es, en definitiva, en la totalidad de la experiencia humana donde resplandece un interés genuinamente filosófico que, lejos de conformarse con contemplar por separado las distintas facetas del mundo y de la historia, pretende —ilusa o heroicamente— brindar una síntesis integradora.

Así pues, y aunque soy plenamente consciente de la honda y dolorosa crisis que atraviesa la filosofía, creo que una de las responsabilidades más acuciantes de lo que tradicionalmente se ha llamado «amor a la sabiduría» consiste en contribuir a la síntesis del conocimiento. Sabemos mucho, pero no siempre sabemos cómo integrar tan extraordinario caudal de conocimientos; tampoco cómo extraer las consecuencias adecuadas para construir un mundo más justo y humano.

La información disponible sobre la práctica totalidad de áreas del saber humano ha crecido a un ritmo asombroso en las últimas décadas, pero los principios fundamentales, las categorías auténticamente revolucionarias, las nociones dotadas de verdadero potencial unificador en los distintos dominios del conocimiento, pueden condensarse en elencos relativamente reducidos. La larga experiencia de la filosofía en el tratamiento de los problemas más profundos y abstractos es indiscutible. Por ello, puede no solo señalar cuestiones abiertas en numerosas disciplinas y participar en muchos de sus debates, sino también elaborar una visión de conjunto que, aun sin añadir nueva información contrastada (algo que, a nuestro juicio, solo puede surgir del uso correcto del método científico y del razonamiento logicomatemático), al menos ampliará el radio de nuestra reflexión y ayudará a descubrir vínculos insospechados entre diversas parcelas del pensamiento.

Y, por encima de todo, no hemos de olvidar que la ciencia nos permite comprender la estructura y el funcionamiento del universo, su pasado, su presente y determinados elementos de su futuro, pero poco o nada nos dice sobre cómo puede y debe ser el mundo humano. Concebir el futuro es una de las empresas más nobles que aún puede asumir la filosofía. Para ello, la sugerente mezcla de razón e imaginación que tantas veces ha caracterizado los grandes desarrollos filosóficos se alza como un instrumento inestimable en esta carrera infinita hacia la verdad.

PLAN GENERAL DE LA OBRA

Nos proponemos sistematizar las herramientas conceptuales básicas de una ontología y una epistemología capaces de integrar adecuadamente el conocimiento, tanto de las ciencias naturales como de las disciplinas que estudian el mundo humano. Por tanto, este trabajo puede contemplarse como un intento de explorar las categorías fundamentales de la razón en su empeño por organizar los resultados de las distintas ramas del saber, insertándolos en un marco más amplio. Desde una perspectiva filosófica, sería legítimo sostener que este proyecto aspira a mostrar la continuidad entre todos los niveles de la realidad y del conocimiento.

En el desarrollo de los instrumentos formales apropiados para acometer esta tarea, hemos adoptado la siguiente secuencia expositiva. Discutiremos primero las condiciones del conocimiento. Esta sección gravita en torno al análisis de la racionalidad, el pensamiento y el conocimiento como procesos mentales que conducen a la adquisición y justificación de nuevas informaciones. En segundo lugar abordaremos el objeto del conocimiento (los mundos natural y humano), para finalmente reflexionar sobre la naturaleza de la mente que alcanza ese conocimiento y su sentido para el hombre. Así pues, partiremos de la mente (en su dimensión formalizadora) para regresar a la mente (en su faceta de objeto natural).

En lo que respecta a los elementos materiales en torno a los que versa el conocimiento humano, hemos adoptado un punto de vista evolutivo y gradualista, que enlace las entidades más simples (la esfera fisicoquímica) con las más complejas (el ámbito biológico y el mundo humano, como subconjunto del anterior) y ponga de relieve la profunda imbricación entre todos los niveles de la naturaleza.

I. HERRAMIENTAS CONCEPTUALES BÁSICAS PARA LA INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Hemos consagrado esta sección a la discusión de nociones filosóficas fundamentales, con el objetivo de acometer una integración del conocimiento que incluya la lógica, las matemáticas, las ciencias naturales y —potencialmente— las ciencias sociales.

Nos centraremos en tres conceptos clave de la reflexión filosófica: racionalidad, pensamiento y conocimiento, categorías preliminares ineludibles a la hora de esbozar una visión unificada de la ciencia.

1. La naturaleza de la racionalidad

1.1. El concepto general de racionalidad

Aunque el conocimiento racionalmente adquirido representa una de las características más distintivas de la especie humana, la comprensión de su naturaleza y de su alcance aún hoy suscita desafíos científicos y filosóficos fundamentales.

Podemos definir la racionalidad como el proceso general del pensamiento en el que los presupuestos adquieren un valor mínimo; o, en otras palabras, la racionalidad puede contemplarse como una manifestación de simetría intelectual, donde «simetría» se concibe como una operación de la forma $(\in G): K \rightarrow K$. En ella, ningún presupuesto ostenta una preeminencia injustificada sobre los demás. Al reducir de manera drástica el número de presupuestos, se consigue maximizar la eficiencia organizativa de la información disponible. El pensamiento racional conduce así a la minimización de los presupuestos: a la eliminación de privilegios epistémicos, por mucho que el estado completamente desprovisto

de asunciones resulte inasequible en el curso de un proceso racional, necesariamente guiado por premisas que en último término se encuentran infundadas y han de postularse axiomáticamente. De este modo, si escogemos, de entre cualquier conjunto posible de premisas y reglas de inferencia válidas, aquel que ofrece el mayor potencial explicativo a partir del menor número de asunciones, habremos conquistado el más alto grado de racionalidad.

Es importante recalcar que la racionalidad no tiene por qué implicar una ausencia absoluta de premisas. La idea de que es preciso excluir cualquier tipo de presupuesto constituye, ella misma, un presupuesto. Si bien es cierto que no es posible liberar la racionalidad de cualquier premisa, también lo es que todas las premisas pueden ser continuamente aquilatadas. Así, parece razonable admitir un conjunto mínimo de presupuestos eficientes y flexibles, porque la carencia de presupuestos condenaría el pensamiento humano a la ambigüedad y la oscuridad, mientras que un exceso de presupuestos sucumbiría ante el dogmatismo. Solo un sistema perfectible, capaz de ajustar progresivamente nuestras asunciones iniciales mediante un mecanismo de creación y selección, puede resolver esta paradoja que discurre entre la Escala de la hipertrofia de presupuestos y la Caribdis de la atrofia argumentativa.

Cabe trazar una interesante analogía entre el proceso que acabamos de describir y algunas proposiciones básicas de la termodinámica. Como es bien sabido, la entropía es una función de estado, es decir, una cantidad que no depende del trayecto que siga el sistema para transitar de un estado A hasta otro estado B. Si una de las identidades termodinámicas fundamentales establece que la entropía (que aquí podemos interpretar, con cierta licencia metafórica, como la medida del número de «asunciones inútiles») de un proceso termodinámico es proporcional al número de estados posibles adoptables por el sistema, es legítimo sostener que la racionalidad involucra la minimización de la entropía en el seno de un «sistema intelectual», o la prevalencia de un estado —aquel que minimiza el número de presupuestos— sobre otros.

De acuerdo con la fórmula de Boltzmann para la entropía, $S = k \ln W$, donde k es la constante de Boltzmann, expresada en unidades de Julios por segundo, y W es el número de microestados correspondientes al macroestado del sistema (tal que W puede representarse en términos de n estados α_n : $W = \int_0^n \alpha_n dn$). Cualquier

proceso natural puede entenderse como un cambio en el valor de la entropía. En un proceso racional, un estado se halla claramente privilegiado frente a otros por motivos de simetría, y por tanto en aras de la conservación de ciertas variables en el transcurso de una serie de transformaciones. Si $W=1$, $\ln W$ debe ser nulo, por lo que no puede existir entropía. Desde esta perspectiva, la racionalidad plena puede interpretarse como el límite en el que la entropía de un proceso intelectual tiende a cero ($R = \lim_{S \rightarrow 0} e^{\frac{\Delta S}{k}}$).

Todo proceso termodinámico conlleva un cambio en una magnitud escalar llamada entropía, pero a diferencia de lo que postula una ley fundamental de la naturaleza —la del incremento inexorable de la entropía en un sistema aislado—, la racionalidad humana exige maximizar el orden y minimizar el desorden: elegir un estado concreto y descartar otros. Podemos discutir si cualquier tipo de racionalidad entrañaría un proceso similar, pero en el caso que nos compete, que es el de la racionalidad humana, semejante acción puede concebirse como la primacía de la objetividad sobre la subjetividad. Así pues, la racionalidad es un estado altamente improbable del pensamiento, si por probabilidad nos referimos al descubrimiento, de entre los estados posibles que puede asumir la mente humana, de aquel que maximizaría el grado de simetría intelectual. De esta forma, la racionalidad demanda más «energía» que cualquier otro proceso intelectual, al igual que genera el mayor grado de simetría imaginable en el uso de nuestras facultades mentales.

Podemos reconocer algo como «objetivo» si posee valor intrínseco, con independencia de cómo lo juzgue nuestra conciencia. No es de extrañar, por tanto, que la categoría de objetividad goce de una importancia capital para una teoría del conocimiento y de la ciencia. También es indudable que la idea de información posee una enorme relevancia a estos efectos, porque la objetividad de nuestras explicaciones suele depender de la cantidad y de la calidad de la información disponible. No obstante, subsiste un problema inherente al concepto de información, porque una realidad concreta puede resultar informativa para una especie y no ser epistemológicamente útil para otra. Es, por ello, difícil creer que la información es una categoría explicativa del mismo rango que la de objetividad. Si algo no comporta valor intrínseco (independiente del juicio esgrimido por una especie particular o un

sujeto determinado), ¿cómo sentirnos legitimados para asignarle un rol más prominente en nuestra visión científica del mundo? En cualquier caso, esta insuficiencia no debe impedirnos incorporar a nuestro análisis algunas indicaciones interesantes que puedan discernirse en el estudio teórico de la información, como intentaremos mostrar.

La independencia ontológica a la que aludimos comporta la imposibilidad de deducir los predicados sin establecer una relación extrasubjetiva con esa entidad en cuestión. Ciertamente, este modo de comprender la objetividad se encuentra estrechamente unido a la idea de minimización de presupuestos. Pero cuando nos disponemos a estudiar la esfera propiamente humana, e incluso el reino de la biología, la subjetividad es insoslayable, y su examen no puede despacharse como «anticientífico». En estos escenarios, la subjetividad se yergue como un elemento de la propia realidad objetiva, como un constituyente esencial e ineludible del mundo altamente evolucionado de muchas criaturas. Uno de los grandes desafíos teóricos de nuestro tiempo reside, precisamente, en tender puentes entre lo objetivo y lo subjetivo, es decir, en buscar explicaciones objetivas de la subjetividad que, sin embargo, no violenten su naturaleza más íntima.

Así, y en consonancia con lo anterior, la objetividad apunta a la búsqueda de grados más profundos de orden y simetría en nuestras explicaciones del mundo. Semejante concepción no exige que los estados previos del pensamiento humano, cuya solidez aparentemente inquebrantable había propiciado que fueran considerados como «bien ordenados y simétricos» durante bastante tiempo, no necesitasen ser refinados y mejorados. La noción de racionalidad que hemos expuesto se limita a señalar la naturaleza consistente o inconsistente de ciertas proposiciones, y no tiene por qué pronunciarse sobre la referencia efectiva que aduzcan. La aproximación más racional al mundo se afana en extraer, de manera sostenida, las máximas ventajas de la elasticidad potencial de un proceso mental, para adaptarse a las complejidades de la realidad y tratar de discernir «nuevas consistencias». Lo hace desde una maquinaria inferencial básica, susceptible de tolerar diversos sistemas conceptuales, como una sintaxis auspiciadora de un número virtualmente infinito de semánticas. Por ejemplo, sería irracional depender de asunciones que se demostrasen patentemente falsas, in-

cluso si se nos antojasen perfectamente racionales en un contexto intelectual concreto; lo racional sería, por el contrario, refinar esas asunciones para alcanzar nuevos estados consistentes.

De acuerdo con este esquema interpretativo, la racionalidad concierne a la forma del enunciado más que a su contenido material. Por ello, nuestra definición de racionalidad no puede implicar que una proposición considerada racional deba ser también verdadera. Aunque cabe sostener que lo racional equivale a lo adecuadamente fundamentado, a la articulación de unos contenidos según reglas y presupuestos dotados de la máxima simetría concebible, no existe una conexión directa entre la racionalidad y las verdades obtenidas empíricamente. Para una mentalidad platónica, embriagada por la perfección y la armonía, las órbitas circulares —preservadas por el propio Copérnico en *De revolutionibus orbium coelestium*— eran más racionales que las órbitas elípticas de Kepler, pilar de su primera ley del movimiento planetario.

De nuevo, es preciso insistir en la falta de reciprocidad estricta entre el modelo mental juzgado como racional y la realidad a la que pueda referirse. La racionalidad únicamente apela a la correspondencia del pensamiento puro consigo mismo, a su consistencia interna. Por supuesto, esta asunción no implica que una órbita elíptica haya de ser tenida como intrínsecamente irracional (dado que es un concepto perfectamente consistente: Newton probó que es tan estable físicamente como una órbita circular), sino que se conforma con mostrar preferencia por aquellos principios que exijan un menor número de «prejuicios».

De esta manera, resulta innegable que la consistencia interna constituye solo uno de los términos del binomio, porque los «hechos» añaden nueva información cuyo valor contribuye a reformular la expresión o aplicación inicial de la racionalidad, mediante el refinamiento de nuestros modelos lógicamente consistentes. Hipotéticamente, la racionalidad como consistencia interna, como método inferencial, siempre podría adaptarse a la nueva información suministrada por el estudio de la realidad. Así, una explicación será menos racional si, ante la misma información, requiere un mayor número de presupuestos para justificarla, dado que reduce la coherencia intrínseca del sistema. Por el contrario, será más racional si, desde un menor número de presupuestos, es capaz de abarcar más información. Fieles a esta perspectiva, será más

racional la explicación que no demande *a priori* la aceptación de órbitas circulares, mas contemple otras posibilidades igualmente alcanzables desde principios compartidos. De las incontables explicaciones potenciales, la racional es la que logra un óptimo tanto en el sentido (la consistencia interna de la explicación, o la oportuna conexión entre premisas y consecuencias) como en la referencia (la información sobre la que versa), tanto en la forma como en la materia, al elucidar el fundamento suficiente que justifica la especificidad de un fenómeno.

La racionalidad, en suma, puede entonces definirse como un ejercicio de fundamentación, según premisas y reglas adecuadamente formuladas que nos conducen a conclusiones irrevocables. Caben, empero, distintos grados de racionalidad, según la calidad de la fundamentación propuesta. La forma más pura y elevada será la que goce de mayor universalidad: aquella que maximice el poder inferencial del sistema, desde un número mínimo de presupuestos y unas reglas operativas flexibles pero constantes y certeras.

La razón nos permite así descubrir regularidades que vinculan distintos dominios del pensamiento y de la realidad. Al hilvanar correctamente premisas y consecuencias, establece enlaces lógicos, que pueden interpretarse como los caminos más eficientes para transitar mentalmente de un estado a otro. Resplandece, por tanto, como el método por antonomasia para relacionar lo distinto sobre la base de las propiedades compartidas. Es el poder de la abstracción o generalización, que capacita a la mente para remontarse hasta propiedades comunes, aplicables a un mayor número de casos (más «extensas») o dotadas de un carácter más fundamental (más «intensas»); y tiene sentido pensar que cuanto más fundamental es un principio, también es más extenso. Abstraer implica separarse de la realidad para sondear posibilidades; es entonces una forma de anticipación. Aunque conlleve riesgos, como la indecisión y la inseguridad, es lógico suponer que esta habilidad representa una de las ventajas evolutivas más sobresalientes de la especie humana.

Según distintas fuentes clásicas, ya en el siglo VI a.C. Tales de Mileto habría conseguido medir la altura de la Gran Pirámide de Giza inspirado en su famoso teorema sobre triángulos semejantes. En uno de los episodios más bellos de la historia intelectual humana, este sabio pionero demostró cómo la grandeza de la mente

compensa con creces nuestra pequeñez física, pues sirviéndose de la fuerza incontenible de la deducción lógica, del vigor amplificador de la racionalidad, resolvió con facilidad un problema que habría exigido un trabajo material ímprobo.

1.2. Pensamiento, conocimiento y demostración

1.2.1. Formas fundamentales del pensar y del conocer

Nuestras habilidades mentales más señeras pueden contemplarse como instrumentos de asimilación del mundo. Incluso la creación de mundos imaginarios esboza una tentativa de aprehender parcelas del mundo externo. Pero ¿cómo definir exactamente el pensamiento? ¿Qué es, en suma, pensar?

Si intentamos identificar las características más universales de cualquier forma de pensamiento, podemos concluir, sin pérdida de generalidad, que el acto de pensar consiste en la asociación de ideas. Al pensar, establecemos un conjunto de relaciones entre contenidos mentales, mediadas por un lenguaje específico. Manipulamos, así, contenidos mentales que se nos dan como presentes y que pueden entenderse como expresiones simbólicas referidas a objetos reales o posibles. Aunque mi pensamiento se concentre en un único objeto, me resultará inevitable representármelo de manera secuencial, por lo que superpondré imágenes sucesivas y relaciones distintas del objeto sobre sí mismo y en lo que afecta a mi forma de concebirlo. Un pensamiento unitario, eterno, exento de cualquier servidumbre discursiva —secuencia lógica— y cronológica —sucesión temporal de pensamientos—, quizás podría verse emancipado de semejante pluralidad de relaciones e imágenes, pero toda especulación al respecto adolece de inexorable oscuridad conceptual.

Por ejemplo, la frase «pienso que el mundo es injusto» implica una relación entre contenidos mentales («mundo», «injusto») a través de reglas lógicas y gramaticales que les imprimen consistencia. Si dijera «pienso que un círculo es cuadrado», no debería preocuparme demasiado por la ausencia de referente real o posible en el objeto de mi pensamiento, dado que esta expresión no viola las reglas generadoras de fórmulas bien formadas en mi lenguaje. Pese a ser un pensamiento oscuro, e incluso irracional y carente de

sentido, no deja de ser un pensamiento, pues asocia —equivocamente— contenidos mentales. Al invocar la disyuntiva entre «posibilidad» e «imposibilidad» nos referimos a aquellas situaciones en las que el pensamiento desemboca en una contradicción. Un «círculo cuadrado» es imposible porque las definiciones de «cuadrado» y «círculo» son esencialmente incompatibles; es decir, si aceptamos una de ellas, la otra queda automáticamente excluida en una potencial conjunción de ambos objetos.¹ Lo imposible ha de distinguirse de lo inimaginable. Podemos ser incapaces de imaginar «la máxima velocidad del universo», pero la teoría especial de la relatividad nos enseña que existe. La imposibilidad señala los límites intrínsecos en la relación entre objetos, mientras que la incapacidad de imaginar es deudora de la pobreza de nuestra fantasía, no de la inexistencia lógica de un cierto objeto.²

1 Desde el punto de vista de la lógica clásica, una contradicción implica una oposición en la que, dada la verdad de uno de los elementos, la falsedad del otro viene garantizada (como sucede entre las proposiciones universales afirmativas y las proposiciones particulares negativas, o entre las proposiciones universales negativas y las particulares positivas; si «todos los hombres son mamíferos» es verdadero, puedo inferir, analíticamente, que la proposición «algunos hombres no son mamíferos» es falsa).

2 Es siempre arriesgado considerar que un concepto es intrínsecamente contradictorio. Salvo que en su definición existan elementos explícitos mutuamente excluyentes, muchas veces la supuesta contradicción puede dimanar de la pobreza de la imaginación humana o de la imperfección de nuestro razonamiento. Por ejemplo, a simple vista la noción de «Dios» puede parecer contradictoria, porque un ser infinito no tendría conciencia de sí mismo, dado que carece de límite, y la conciencia —al menos en su acepción más frecuente— exige algún tipo de frontera, capaz de distinguir al yo que la ejerce del no-yo, de lo distinto a sí mismo. Pero una consideración análoga podría realizarse a propósito de la idea de mundo. Si no supiéramos que el mundo existe, ¿no nos parecería contradictoria la noción de una totalidad «ordenada» —en el sentido más profundo de *mundus* y de *kosmos*—, que se erige en objeto unitario y no en la mera suma aditiva de sus integrantes, y que parece constituir un ente de pleno derecho? Sin embargo, y con la excepción de los solipsistas, que se atreven a cuestionar la posibilidad de demostrar la existencia del mundo (esto es, del no-yo), para la inmensa mayoría de la humanidad es evidente que el mundo existe. Por ello, si este concepto llega a traslucir algún atisbo de contradicción, se deberá a la fragilidad de nuestra representación o de nuestra comprensión de su significado. De hecho, y si las tomamos aisladamente, las tres ideas reguladoras de la

Sin embargo, la oración «noche pienso es que de» no cumple las reglas lógicas y gramaticales que nos permiten construir fórmulas bien formadas en castellano; por tanto, no puede considerarse un pensamiento *stricto sensu*. Puedo, en cualquier caso, distinguir con cierto grado de claridad algunos elementos susceptibles de convertirse en objetos de mi pensamiento, como «noche». Por ello, el significado de la frase podría por lo menos intuirse, aunque su incorrecta formulación represente un serio obstáculo para su adecuada comprensión.

En lo que respecta a la corrección de un pensamiento particular, debemos establecer una distinción preliminar entre su aspecto formal (¿constituye una fórmula bien formada dentro de un lenguaje concreto?) y su dimensión material (¿abarca plenamente las características más relevantes del objeto al que se refiere?). Una fórmula incorrecta como «noche pienso es que de» no nos impide adivinar una vaga asociación entre «pienso», «noche» y «es», evocadora de las auténticas intenciones del hablante.

razón pura kantiana podrían contemplarse como contradictorias: el mundo como conjunto ordenado, Dios como «mundo no mundano» (es decir, como el ser supremo y autocontenido, que se alza en instancia infranqueable del razonamiento) y el yo como sujeto libre (dado que ese «yo» exhibe las mismas cualidades ontológicas que el mundo o Dios: una instancia última, que se autojustifica y es capaz de convertirse en causa primera en virtud de los actos de su voluntad libre). Precisamente por su condición de ideas últimas, esto es, de límites del pensamiento, necesarios para jerarquizar adecuadamente nuestras categorías pero inasequibles al contraste empírico, desafían la imaginación y la razón. No es extraño, así, que sobre ellos parezca cernirse la sombra de la contradicción, porque cuando tropezamos con un límite del pensamiento que de momento se nos antoja invencible, tendemos a creer que las deficiencias de nuestra racionalidad no son inherentes a nosotros mismos, sino a los objetos sobre los que versan nuestros razonamientos y nuestras representaciones. No es descartable, empero, que una racionalidad mucho más universal y profunda que la nuestra lograra pensar más allá de estos conceptos, e incluso vislumbrara una unidad más fundamental y abarcadora. Pese a que probablemente tuviera que obedecer las leyes de la identidad y de la no contradicción, es posible que llevase la elasticidad de los conceptos hasta un límite mucho más amplio y flexible, y que en un análisis mucho más riguroso de cada una de nuestras categorías básicas identificara no aspectos contradictorios, sino reflejos de un concepto más holgado y esencial.

Ejemplos como los anteriores ponen de relieve que el pensamiento reside, primordialmente, en la posibilidad de captar y asociar contenidos mentales. El acto de pensar puede entonces interpretarse como la creación de correlaciones entre un contenido mental y un símbolo, imaginados como conjuntos que establecen una relación binaria. Las correlaciones pueden ser biunívocas, si en ellas cabe trazar una correspondencia biyectiva entre cada contenido mental y un referente particular (real o posible), o plurales, si diferentes objetos pueden corresponder a cada contenido mental, o si distintos contenidos mentales pueden corresponder a cada objeto. Por supuesto, un pensamiento más riguroso y significativo tenderá a establecer relaciones biyectivas entre contenidos mentales y objetos, que conduzcan a correspondencias unívocas cuyas correspondencias inversas también gocen de univocidad, mientras que un pensamiento polisémico ganará en extensión y elasticidad, pero perderá en intensidad y exactitud. Un pensamiento más profundo logrará discernir conexiones más fundamentales entre los contenidos mentales que manipulamos en una situación específica.

El proceso que subyace al pensamiento racional se construye siempre sobre al menos dos clases de objetos: imágenes mentales y relaciones lógicas. Un conjunto de categorías lógicas se aplica a las representaciones mentales de la realidad externa e interna elaboradas por la mente. Por tanto, es imprescindible comprender la naturaleza de ambas clases de operaciones: la formación de imágenes mentales y la aplicación de categorías lógicas para iniciar el proceso del pensamiento. Sin embargo, esta división no implica que ambas operaciones sean estrictamente diferentes en el plano temporal, pues pueden concebirse como fenómenos simultáneos.

Así pues, cabe entender el pensamiento como el acto de vincular contenidos mentales mediante constantes lógicas y gramaticales; o, alternatively, como el diseño de una función en cuyo dominio sea posible incluir ciertos objetos. Semejante proceso de pensamiento puede abordarse desde una perspectiva dual: la de las *reglas* y la de las *intuiciones*. Cualquier ejercicio de la facultad de pensamiento sigue reglas operativas de las que es prácticamente imposible desprenderse si queremos alcanzar conclusiones consistentes; pero la comprensión, la capacidad más elevada del

pensamiento racional, entraña también la aprehensión de una totalidad indivisa. Esta captación del objeto en cuanto tal (de un concepto o de un principio de la razón), evaluada en su dimensión unitaria y no meramente discursiva, puede apreciarse como una de las manifestaciones más profundas de las habilidades intuitivas de la mente humana.

Reglas e intuiciones generan un círculo virtuoso de retroalimentaciones mutuas y procesamiento en paralelo, susceptible de mejorar ambos elementos mediante una estrategia de ajuste continuo. Los contenidos de nuestras intuiciones han de subsumirse en el mecanismo general del pensamiento racional, en las reglas que guían el itinerario de nuestra búsqueda. No obstante, estas reglas deben adoptar los mayores grados de flexibilidad, tanto como para recoger el espectro de realidades desveladas por intuiciones que no siempre pueden reducirse a un elenco algorítmico de reglas *externas*, impuestas sobre ellos. Habremos entonces de privilegiar aquellos sistemas que, desde un mínimo de asunciones, gocen de mayor potencia probatoria o explicativa.

Sin embargo, ni siquiera las intuiciones más profundas e insondables de la mente humana obedecen a procesos enteramente aleatorios. Las intuiciones satisfacen reglas *internas*, quizás no tan perspicuas y explícitas como las reglas que gobiernan el pensamiento lineal, pero igualmente relevantes. Así, no es utópico soñar con una descripción más objetiva y explicativa del pensamiento humano. En ella, tanto las reglas como las intuiciones se fundirán en el crisol de una representación coherente del entendimiento, contemplado como la reciprocidad entre los elementos primarios (el punto de partida: las intuiciones) y los constituyentes discursivos (las reglas operativas). La intuición de una intuición se convierte entonces en una regla (como algo externo al elemento primario), mientras que la regla de una regla sigue siendo una regla, que ha de aplicarse a un objeto determinado.

En su sentido más rudimentario, el conocimiento puede valorarse como conocimiento de hechos específicos. Así, las experiencias ordinarias son capaces de generar expresiones particulares de conocimiento (desde este ángulo, la atribución de ciertos conocimientos a especies menos evolucionadas que la humana se despoja de su carácter tantas veces problemático). El conocimiento científico, empero, exige un determinado grado de gene-

ralidad, donde las manifestaciones particulares del conocimiento se relacionan gracias al pensamiento abstracto, en lugar de permanecer aisladas.

De esta manera, podemos efectuar la siguiente distinción:

- 1) El conocimiento de un fenómeno singular, común a todas las formas de conocimiento, esto es, a cualquier información que el sujeto pueda justificar.
- 2) El conocimiento de las relaciones entre los fenómenos singulares; esta forma requiere un método más profundo de validación, y se alza como pilar del conocimiento científico.

La definición tradicional de conocimiento como «creencia verdadera justificada» es iluminadora, pero a menudo resulta ambigua. Puedo adquirir certeza sobre la falsedad de una información particular, por lo que sabré que dicha creencia es falsa, aunque haya ganado nuevo conocimiento sobre la falsedad de una proposición específica. Claro está que, al haber añadido una creencia verdadera y justificada sobre la falsedad de la información, podría aducirse que este ejemplo en realidad refuerza la caracterización del conocimiento como «creencia verdadera justificada». Sin embargo, la definición puede simplificarse considerablemente si decimos que el conocimiento, en su acepción más parsimoniosa, es «información demostrada». Incluso si he probado que determinada información es falsa, entonces he demostrado la información sobre la falsedad de esa información concreta.

De este modo, en el conocimiento siempre nos encontramos con información demostrada. La prueba puede referirse a la verdad o a la falsedad de esa información. Si nos ceñimos a la definición sugerida, un conocimiento puramente subjetivo ha de poder objetivarse (sentimientos y pensamientos individuales inclusive, como «sé que me embarga tal emoción, o que albergo tal idea...»), pese a que hoy por hoy nos resulte técnicamente imposible penetrar en las intimidades insondables de la subjetividad para cerciorarnos de su veracidad sin apelar a la buena fe del hablante. Se trata, eso sí, del sentido más amplio y genérico de conocimiento y, por ende, quizás del menos fructífero para la ciencia, dada su extensión desmesurada. Además, si el conocimiento equivaliera a

información probada, el conocimiento perfecto entrañaría información perfectamente —«infaliblemente»— probada, lo que solo puede concebirse como un caso límite.

El término «probado» (semánticamente conectado con «justificado», por lo que podemos tomarlos como esencialmente sinónimos) incorpora, de forma natural, dos dimensiones básicas del conocimiento: la conciencia (la asimilación de la información) y la demostración. Solo podemos demostrar la verdad o falsedad de algo si hemos comprendido sus implicaciones, esto es, si hemos adquirido una perspectiva más amplia y profunda en torno a esa proposición específica, por haber forjado un nuevo marco de referencia desde el que examinar sus premisas y sus consecuencias. Este proceso comporta, lógicamente, la asimilación consciente de la información que allí se halla involucrada.

1.2.2. Identidad y contradicción, análisis y síntesis

En sentido estricto, solo si la expresión de un pensamiento implica una proposición sobre la verdad o la falsedad puede considerarse un juicio. «El mundo es injusto» es un juicio, porque se presta a adquirir un valor en términos de verdad o falsedad, aunque la referencia sea demasiado abstracta y nebulosa como para indicar un objeto específico. Sin embargo, la frase «pienso que el mundo es injusto» es un juicio de distinta categoría (un juicio «de segundo grado»), pues su verdad no es subsidiaria de la isomorfía entre el sujeto denominado «mundo» y el predicado contenido en el término «justo». Por el contrario, se sustenta sobre la «verdad psicológica»: sobre el hecho de que el hablante verdaderamente piense que el mundo es injusto, lo que exige que se comporte *bona fide* a la hora de compartir sus pensamientos con sus interlocutores. Asimismo, una oración del tipo «Pegaso es un caballo alado amigo de las musas» carece, ciertamente, de referente real conocido en el universo extramental, pero sí goza de un referente imaginario objetivado en el conjunto de proposiciones que constituyen la mitología griega; por tanto, la corrección de esta sentencia dependerá de su grado de correspondencia con el *corpus* canónico de la mitología griega.

Si por «proposición» entendemos una fórmula bien formada en un determinado lenguaje (lo que le permitirá resultar significa-

tiva para el hablante de ese lenguaje), una proposición podrá ser demostrable, si cabe probarla de acuerdo con una metodología reproducible, o indemostrable, si podemos demostrar que no podemos demostrarla por medios finitos, como ocurre con la hipótesis del continuo y el axioma de la elección si partimos de los axiomas de Zermelo-Fraenkel. Una proposición demostrable podrá ser verdadera, falsa o de valor desconocido.

Toda expresión de un contenido mental es verdadera en tanto que recoge un contenido mental. Lógicamente, este concepto de verdad es trivial, porque se reduce al principio de identidad (todo objeto es idéntico a sí mismo, por lo que es verdadero en cuanto que se expresa a sí mismo), que junto con el de no contradicción constituye una de las leyes básicas del pensamiento humano.

El principio de identidad implica que « $A=A$ » (y, por tanto, que $A \rightarrow A$), o que « $\neg A = \neg A$ ». Por su parte, el principio de no contradicción matiza ambas expresiones de la ley fundamental que postula la identidad de un objeto consigo mismo. Porque si un objeto es necesariamente igual a sí mismo, ha de ser falso que sea desigual a sí mismo. *Ergo*, ningún objeto puede caer bajo el concepto «desigual a sí mismo». No es entonces legítimo diseñar una función que, sobre un objeto determinado, produzca el propio objeto, pero como desigual a sí mismo. Dado que ningún objeto puede caer bajo el dominio de semejante concepto, el objeto *a* tal que «*a* es desigual a sí mismo» no existe (como Frege mostró en *Grundlagen der Arithmetik*, 74), y la inexistencia puede contemplarse como esencialmente idéntica a la noción de «nada» (el número de un conjunto *z* definido tal que $z = \{x | x \neq x\}$; *z* es por ello el conjunto vacío, subconjunto de cualquier posible conjunto). Desde este ángulo podemos caracterizar un número tan esquivo, tan imbuido de profundas resonancias metafísicas y protagonista de una fascinante historia que involucra a numerosas civilizaciones, como es el cero.

Así, y si nos ceñimos a su expresión formal, el principio de no contradicción es puramente analítico, esto es, un juicio de la forma $x \in S \rightarrow P(x)$, donde *S* es el conjunto que representa el sujeto y *P* (...) es la función que asigna un predicado al argumento. De esta manera, el principio de no contradicción puede concebirse como esencialmente convergente con el de identidad, pues la única diferencia estriba en el uso de la negación o de la afirmación (es decir, en cómo cualifica la proposición). A su vez, el denominado «prin-

cipio de razón suficiente», en ocasiones entronizado como otra de las leyes fundamentales del pensamiento, puede reducirse a los principios de identidad y contradicción, porque si un objeto ha de ser igual a sí mismo y desigual a otro, necesariamente debe existir una razón que lo garantice y «ejecute» causalmente. Y como el universo, tomado en su totalidad, es un objeto idéntico a sí mismo, deben existir razones que expliquen cómo los fenómenos particulares se integran causalmente para propiciar esa autoidentidad, tal que las diferencias entre los objetos particulares se subordinen al requisito de la identidad de ese todo unitario que es el cosmos consigo mismo.

A los principios de identidad y de no contradicción podríamos añadir la ley del tercio excluso, según el sistema formal que establezcamos. Es evidente, empero, que incluso si la admitiéramos como una de las reglas fundamentales del pensamiento, subsistiría una relación muy estrecha entre este principio y los de identidad y no contradicción. Pues dado que si A solo puede ser A , y no A , no A , al tener en cuenta solo las posibilidades de identidad y diferencia (la dualidad primaria), llegamos inexorablemente a la disyunción $A \vee \neg A$. En lo que respecta al principio de bivalencia (que no todos los sistemas formales tienen por qué satisfacer), como entre la identidad y la diferencia, o entre la autoafirmación y la autonegación, caben posibilidades intermedias referidas a nuestro conocimiento de esas situaciones, los enunciados sobre futuros contingentes —como el célebre «Mañana habrá una batalla naval»—, que parecen exonerados de cumplir la ley de la bivalencia, no presentan mayores problemas semánticos. Basta con interpretarlos como enunciados del tipo «Es posible que mañana haya una batalla» (mientras que los principios de identidad y no contradicción evocan necesidad en lugar de posibilidad: «es necesario que A sea igual a A » y «es necesario que no A sea igual a no A »).³

3 A tenor de esta proposición surge una interesante reflexión filosófica. Si el principio de identidad establece que $A=A$, su negación debe implicar que la negación de A es igual a la negación de A , pero —y aquí entra en juego el matiz que queremos introducir— la igualdad no se niega. No escribimos $\neg A(\neg=)\neg A$, sino $\neg A = \neg A$. El signo que empleamos para formalizar el concepto de «igualdad» permanece incólume ante cualquier posible negación, pues,

Conviene que nos detengamos en la naturaleza de los juicios analíticos y sintéticos, dadas sus importantes consecuencias para el estudio del conocimiento.

En términos generales, un juicio analítico puede definirse como una proposición en la que el predicado se halla contenido en el sujeto. En un juicio sintético, por el contrario, el predicado no puede inferirse del examen de las propiedades del sujeto.

Este modo de comprender la diferencia entre los juicios analíticos y los sintéticos es más práctico y luminoso que las explicaciones basadas en la capacidad de unos u otros enunciados para «aumentar nuestro conocimiento». Si decimos que un juicio analítico no añade nueva información («la casa amarilla es amarilla»), mientras que uno sintético amplía nuestro conocimiento («esta casa es amarilla»), nuestra caracterización puede ser confusa. En un juicio analítico extremadamente complejo resulta prácticamente imposible deducir el predicado del sujeto, dadas las dificultades de albergar una intuición que vincule de forma directa ambos términos de la proposición. Ciertamente, el predicado se encuentra implícito en el sujeto, pero al comprender el juicio analítico es posible que añadamos nueva información, aunque simplemente consista en una explicitación de las propiedades ya contenidas en el sujeto. Por supuesto, y en último término, el predicado podría haberse fundado en la estructura interna del sujeto, pero el acto de conectar el sujeto con el predicado exhibe un valor cognitivo intrínseco. Esta idea se percibe con mayor claridad cuando examinamos los juicios matemáticos, pues pese a limitarse a expresar igualdades, con frecuencia estas identidades se manifiestan de modo tan abstruso y complicado que es imposible captar, de manera inmediata, el nexo entre el primero y el segundo de los miembros de la ecuación. Los juicios matemáticos pueden probarse analíticamente, pero es innegable que incrementan nuestro conocimiento, aunque solo sea por establecer igualdades desapercibidas entre objetos.

Por ello, cabe sostener que la diferencia entre los juicios analíticos y los sintéticos estriba en el *método de validación*: en los

ex hypothesi, ha de simbolizar siempre una identidad. Si damos alas a la especulación metafísica, cabe sostener que la identidad sería entonces más básica que cualquier distinción entre afirmación y negación, porque incluso el no ser debe ser idéntico a sí mismo (o «no-idéntico a no-sí mismo»).

analíticos, la verdad puede elucidarse en virtud del razonamiento puro; en los sintéticos, la experiencia es el criterio que filtra la corrección o incorrección de la proposición. Pero, desde un punto de vista práctico, ambas clases de juicios pueden expandir nuestro conocimiento.

Tampoco la idea de que si en los juicios analíticos distinguimos los componentes lingüísticos de los fácticos, los últimos se tornan irrelevantes (por lo que los juicios analíticos consistirían en simples tautologías, en el despliegue de sinónimos), arroja mucha luz sobre su naturaleza más profunda y específica. Si digo que «la casa marrón es marrón», puedo invocar un componente fáctico, porque puedo señalar una casa marrón que realmente existe, pero la proposición sigue siendo analítica. Si profiero, no obstante, la siguiente frase: «el unicornio brillante es brillante», no existe un referente fáctico, aunque la proposición es igualmente analítica. Por tanto, parece más razonable apelar no al incremento de información o a la diferencia entre lo lingüístico y lo fáctico, sino a la autoidentidad del sujeto. Así, y en lo que respecta a la analiticidad, podemos obviar el referente, pues mediante el sentido (es decir, mediante su consistencia, entendida como «ausencia de contradicción interna») podemos conocer la verdad de esa proposición.

¿Son todas las verdades de razón —en contraposición a las «verdades de hecho» leibnicianas— juicios analíticos? Pensemos, por ejemplo, en el «*Cogito, ergo sum*». Desde un cierto punto de vista, puede considerarse un juicio sintético, dado que amplía mi conocimiento sobre el mundo, al revelarme la existencia de una entidad específica que, inevitablemente, debe subsistir en algún mundo (aunque sea *su* mundo: «Pienso, luego existo en un mundo»). Sin embargo, semejante información la obtengo *a priori*, sin necesidad de recurrir a la experiencia, por lo que entonces parece ser sintético *a priori* en la acepción kantiana (que discutiremos en las próximas páginas). Pero, desde otra perspectiva, esta sentencia no es sintética, sino puramente analítica, porque se limita a expresar no un conocimiento apriorístico sobre el mundo, sino la inexorabilidad del *yo* como imperiosamente existente.

Si necesito percibirme como pensante, habré de representarme a mí mismo como un objeto externo. Proferiré entonces una sentencia sintética, que expandirá mi conocimiento sobre los objetos del mundo. El desdoblamiento entre sujeto y objeto es el resulta-

do ineluctable de la presencia de un sujeto capaz de pensar. Dado que el hombre puede funcionar como un mundo interno, establece una frontera —siempre aquejada de cierta arbitrariedad— entre lo externo y lo interno, o entre lo *a posteriori* y lo *a priori*. En su autoconocimiento, se confina a esa esfera puramente apriorística, a su mundo interno, por lo que todo conocimiento que obtenga sobre ese ámbito podrá considerarse *a priori*. Pero, de nuevo, se trata de una delimitación artificial, porque en el acto mismo de contemplarse como objeto («cosa pensante»), erige un nuevo mundo interno, e inmediatamente convierte su anterior mundo interno en una esfera externa, que automáticamente se transforma en objeto potencial de conocimiento *a posteriori*. Asistimos, en suma, a un problema de regresión infinita: quién conoce que conoce que conoce... Si me conozco como pensante, me he transmutado en objeto y he entronizado un nuevo sujeto capaz de percibir ese objeto; pero en cuanto me proponga conocer ese nuevo sujeto, inexorablemente me sentiré obligado a transfigurararlo en un nuevo objeto, por lo que me veré inmerso en un proceso que se prolonga *ad infinitum*.

Así pues, las fronteras conceptuales entre lo subjetivo y lo objetivo, o entre lo interno y lo externo, o entre lo *a priori* y lo *a posteriori*, ¿no exhiben un cierto carácter convencional, del que difícilmente podremos eximirnos? Parece, por tanto, aconsejable ceñir lo apriorístico al reino de las reglas objetivas de la lógica (objetivas, pero elucidadas sin necesidad de apelar a instancias extramentales, aunque la objetividad de la lógica se alce como instancia extramental *dentro de* mi ámbito subjetivo: el «*cogito, ergo sum*» asume implícitamente una relación de consecuencia lógica —además de un lenguaje— cuyo origen no explica), y atribuir la condición de «*a posteriori*» a todo conocimiento que proceda de nuestra prehensión sensible del mundo.⁴

4 Por tanto, a la pregunta «¿Es posible deducir propiedades del universo desde el pensamiento puro?» cabe responder de la siguiente manera: si nos referimos al universo extramental, las deducciones efectuadas de forma meramente racional quizás lleguen a conclusiones empíricamente correctas, pero jamás podremos demostrar que lo hagan en virtud de una conexión necesaria entre las premisas y sus consecuencias, sino en todo caso mediante una inferencia probable, salvo que las premisas iniciales constituyeran ellas mismas hechos empíricos elevados a la categoría de postulado lógico

1.2.3. Lo a priori y lo a posteriori

Una pregunta fundamental que todo análisis filosófico del conocimiento humano se ve obligado a plantearse es la referida a la existencia de ideas innatas en nuestra mente.

Más allá de las divergencias terminológicas, todos podemos estar de acuerdo en el sentido general de este concepto. Pues, ciertamente, el sintagma «idea innata» suele sugerir una noción no impresa por la experiencia en la mente humana, sino emanada directamente de una herencia previa que graba en nuestro espíritu un conjunto de categorizaciones, del que se sirve nuestra facultad cognoscitiva. Los estoicos parecen haber llegado a esta idea al hablar de *koinai ennoiai*, o «representaciones comunes» de naturaleza proléptica, en clara oposición a la famosa metáfora de la *tabula rasa* aristotélica, tan fecundamente utilizada por Locke. También, aunque desde un enfoque muy distinto, resuenan los ecos de esta hipótesis en las opiniones vertidas por algunos antropólogos evolucionistas que han postulado la existencia de «*Elementargedanke*» y de «*représentations collectives*» (como es el caso de Bastian y de Lévy-Bruhl, respectivamente), que remitirían a una mente colectiva humana. En cualquier caso, la

y el resultado de semejante decisión fuera contrastado experimentalmente; sin embargo, en lo que respecta al ámbito del propio pensamiento puro, es posible deducir algunas de sus propiedades desde el simple análisis mental, dado que la reflexión sobre el pensamiento es reveladora de determinadas características del pensamiento mismo. Y como el pensamiento es parte integrante del universo, ostenta el extraordinario privilegio epistemológico de que su mera contemplación intelectual, si se guía por los principios lógicos más firmes, desvela necesariamente algunas de sus propiedades, manifestadas en el mismo acto pensante. Tan intrigante característica, intuida por San Agustín y entronizada por Descartes en el sitial de los descubrimientos filosóficos más trascendentales de la historia, no puede dejar de maravillarnos; colofón de la autorreferencialidad, indica que existe al menos un objeto en el universo cuyas propiedades pueden elucidarse desde el puro análisis conceptual. No obstante, es preciso reconocer que el hecho de pensar y el lenguaje mediante el cual se expresa ese pensamiento se toman aquí como datos primigenios, por lo que en realidad comparecen como postulados inducidos de una experiencia del mundo (la que el sujeto adquiere cuando reflexiona sobre el hecho de que piensa). Resplandece aquí, empero, una hermosa y sugerente síntesis de lo puro y lo empírico, de lógica y naturaleza.

controversia más profunda no estriba en la posible presencia de semejantes nociones compartidas por innumerables pueblos e individuos, sino en su origen, en dirimir si gozan de carácter innato o si su procedencia es empírica, en virtud de experiencias y hábitos culturales con los que el ser humano se familiarizaría tempranamente. Kant intentó encontrar un justo medio entre las dos grandes teorías que han pugnado por dominar el reino del pensamiento filosófico, el innatismo racionalista y el externalismo empirista. Para ello propuso su teoría de que el espíritu humano posee unas formas apriorísticas, generadas con independencia de la experiencia, que filtran racionalmente el contenido empírico captado por la sensibilidad.

Esta cuestión clásica de la teoría del conocimiento debe ponderarse a la luz de la ciencia contemporánea. Y, en efecto, podemos percatarnos de la profundidad y amplitud del problema cuando advertimos que el binomio tradicional, compuesto por lo innato y lo adquirido, persiste en las investigaciones actuales. La distinción entre ideas innatas e ideas adquiridas guarda una estrecha relación con la controversia entre *nature* y *nurture* o, en términos más modernos, con el debate sobre el papel que desempeñan lo genético y lo ambiental en el desarrollo del individuo.

Pocos osarían negar que la mayor y más significativa porción de nuestro repertorio de ideas procede de la experiencia. Las distintas sensaciones se traducen en un código neurofisiológico común que finalmente genera una representación interna explicable mediante sinapsis y redes neuronales, a través de la cual accedemos al mundo exterior.⁵ No se trata de suponer que vemos la imagen del mundo, o la imagen de la imagen del mundo, pues esta hipótesis sucumbiría a una regresión infinita y claudicaría ante la falacia del homúnculo. En realidad vemos el mundo directamente, pero es

5 Explicar cómo conseguimos representarnos el mundo no resulta, así, más complicado que entender cómo lo hace un computador, pues es indudable que el desarrollo de la tecnología informática ha coadyuvado a esclarecer muchos de estos misterios. Si un ordenador puede representarse el mundo exterior, esto es, traducir los estímulos aferentes en un modelo interno que le resulta inteligible, existe entonces un mecanismo plausible para comprender cómo puede hacerlo la mente humana. Por tanto, el problema no radica en explicar cómo se forman las representaciones, sino cómo —y por qué— la mente humana adquiere conciencia de ellas.

necesario notar que esta imagen del mundo tiene que expresarse en algún código, en algún lenguaje inteligible para nuestro cerebro y, por ende, para nuestra mente (comprendida como el conjunto de las funciones cerebrales más sofisticadas). Jamás habríamos elaborado la idea de un león si algún humano, en algún momento, no hubiera visto un ejemplar de esta especie felina o, al menos, no hubiera escuchado relatos sobre su apariencia física.

Así, no parece que surja ningún problema relevante por admitir que un número ingente de nuestras ideas se origina gracias al contacto con el mundo físico, directo o indirecto (es decir, a través de testimonios ajenos). Este fenómeno acontece en virtud de la intermediación de nuestros sentidos, que filtran selectivamente determinadas características del estímulo y fabrican representaciones internas. Con todo, un interrogante subsiste: más allá de la abrumadora importancia relativa que ostentan los sentidos en la creación de nuestras representaciones mentales, ¿no es posible identificar ciertas categorías mentales que, si bien quizás no se encuentren directamente ligadas a una representación concreta, a una imagen pasada o presente, resultan esenciales para la formulación de proposiciones? Aludimos, en efecto, no tanto a las representaciones mentales concretas, que por supuesto no son innatas (pues, para que lo fueran, deberíamos haber determinado el mecanismo exacto de transmisión genética por el que han llegado hasta nosotros; y no parecen existir evidencias suficientes que prueben la transmisión de ideas, más allá de la transmisión de predisposiciones para adquirir ideas), sino a las categorías lógicas que empleamos para vincular esas ideas en proposiciones inteligibles.

No invocamos, en consecuencia, la posible pero improbable existencia de representaciones concretas de objetos en un repertorio innato. ¿Dónde se encontraría semejante repertorio? ¿Por qué no se activa de inmediato, o acaso podría suscitarse con anterioridad a que el niño hubiese adquirido lenguaje? ¿Por qué solo parece eclosionar cuando el niño recibe los estímulos adecuados? ¿Cómo, desde un punto de vista bioquímico, se transmite dicho repertorio innato de generación en generación? ¿Está contenido en un gen que activa una proteína concreta, o en un conjunto de genes, o es simplemente el fruto de mecanismos epigenéticos?

Ante la ausencia de pruebas fehacientes de que representaciones de objetos particulares se hallen implícitas en la neurogénesis

y pertenezcan a una especie de repertorio común de arquetipos o *semina verbi*, la tesis de la tabla rasa exhibe todo su vigor. Es mucho más sencillo, plausible y parsimonioso postular que las representaciones de objetos particulares han exigido un contacto directo (o al menos a través de fuentes indirectas) con esa entidad en cuestión. En el caso de las entidades imaginarias, es preciso que alguien las haya inventado, y que para hacerlo se haya inspirado en rasgos de objetos a los que ha accedido empíricamente. No es de extrañar, por tanto, que cuando contemplamos la historia de las civilizaciones, en muchas de sus representaciones pictóricas solo aparezcan ciertos objetos (camellos, caballos...) después de haber entrado en contacto con ellos o con gentes que ya los conocían, y que solo en casos muy excepcionales los productos de su imaginaria artística y religiosa estén totalmente desligados de los objetos que los circundaban, de su ambiente y de sus tradiciones más señeras.

Sin embargo, y más allá de las representaciones de objetos concretos, ¿existen representaciones lógicas innatas? Por representación lógica entendemos un modo de vincular ideas en una proposición. Por ejemplo, las constantes lógicas «y», «o» y «si» engloban una representación, no unida directamente a un objeto concreto (salvo que de inmediato evoquen en nosotros el signo que hemos elegido convencionalmente para simbolizarlas, como probablemente suceda a quienes se hallen familiarizados con el lenguaje de la lógica matemática), sino a una forma de conectar objetos, como cuando decimos «un león y un camello». La mente humana parece gozar de una gran capacidad para vincular objetos con asombrosa rapidez, identificando patrones de relación y generalizando propiedades particulares. Ello remite, ciertamente, a la capacidad de construir identidades, lo que puede antojársenos una simple tautología, un vacío artificio donde no obtengo nada que no haya puesto inicialmente, por lo que el resultado cognoscitivo neto sería nulo. Es siempre admirable, empero, observar cómo se preserva la relación de consecuencia lógica; es decir, cómo determinados productos de la imaginación, sustancialmente la lógica y las matemáticas, dan lugar a modelos mentales tan versátiles y amplificativos, con los que puedo representarme satisfactoriamente la práctica totalidad de parcelas de la realidad externa a mi propia mente. ¿De dónde dimana esta extraordinaria predisposición,

en la que sin duda hunden sus raíces muchos de nuestros mayores logros evolutivos?

La respuesta a la pregunta que acabamos de formular solo puede tener su origen en el patrimonio genético de nuestra especie. Hablamos, eso sí, de predisposiciones (que evocan el «*ipse intellectus*» de Leibniz) más que de representaciones concretas (por fortuna, no hemos nacido con una idea innata de que la Tierra sea plana). Es difícil demostrar que heredamos identidades concretas (en el sentido de representaciones de objetos concretos), pues lo que recibimos son formas específicas de vincular objetos, de acuerdo con la capacidad intrínseca de la mente para discernir patrones y conformaciones regulares en las que subsumir diferencias. Estas formas, en cualquier caso, no se manifiestan espontáneamente, dado que requieren un correcto desarrollo ontogenético. Sin la exposición a determinadas experiencias, a ciertos estímulos fecundos, es muy improbable que el niño desarrolle automáticamente el razonamiento lógico. Pero tampoco es descartable que lo haga, al menos en sus expresiones más rudimentarias. De hecho, todo miembro de la especie humana parece poseer una habilidad innata para conectar, aun primitivamente, determinados objetos. El argumento de la pobreza del estímulo, esgrimido por Chomsky y por otros innatistas en las discusiones sobre la naturaleza y la adquisición del lenguaje, es también válido en lo que concierne al aprendizaje de las reglas fundamentales del razonamiento. Podríamos argüir que una capacidad semejante despunta tímidamente en nuestros ancestros más inmediatos en la escala filogenética, e incluso en formas orgánicas mucho menos evolucionadas, siempre y cuando estén en posesión de un cerebro y de un aparato sensorial que les permitan elaborar sencillas representaciones mentales.

Una pregunta ulterior, y mucho más intrigante, se refiere al origen de estas formas lógicas a las que quizás nos veamos predispuestos desde nuestro más temprano desarrollo intelectual. Si nos entregamos al libre ejercicio de la especulación (que muchas veces es el único modo de examinar etapas remotas de nuestra evolución, sobre las que tan escasos datos y tan exiguas conclusiones firmes hemos acumulado), podemos imaginar a uno de los primeros homínidos dotados de raciocinio lógico —esto es, de la capacidad de aplicar una función lógica a la representación de un objeto, adquirida empíricamente— y suponer que, ante dos objetos cuantitativamente

diferenciables, de inmediato percibió la posibilidad de vincularlos mediante una cláusula lógica, la constante «y», conjunción que permitía identificar y al mismo tiempo diferenciar ambos objetos.

Las habilidades más formidables suelen tener humildes orígenes. Las formas más elevadas de razonamiento lógico seguramente remitan a casos muy sencillos, a una concatenación de asociaciones, a economías de escala. Pero, ciertamente, ha de subsistir una facultad de asociación previa a la ejecución de esas asociaciones. Una habilidad tan inmensamente fructífera para el desarrollo de la especie humana solo puede proceder del efecto sostenido de los mecanismos evolutivos fundamentales. Si tenemos en cuenta que prácticamente todas las reglas lógicas, todos los modos de vincular objetos para obtener objetos mayores y, en último término, proposiciones, en el fondo pueden considerarse funciones que remiten a los principios básicos de la identidad y de la diferencia (es decir, a las dos leyes supremas del pensamiento, que son el principio de identidad y el principio de no contradicción), no es descabellado creer que en las etapas iniciales del desarrollo de nuestra mente se adquirieron hábitos de pensamiento inspirados en las evidencias empíricas. Si hacemos abstracción de la dimensión temporal, un objeto, evaluado como entidad estática y permanente, es necesariamente («siempre») idéntico a sí mismo, y solo cuando entra en acción el factor tiempo es posible percibir una diferenciación con respecto a él mismo, un cambio, un movimiento que nos insinúa la idea de negación de lo anterior.

Afirmación y negación, o identidad y diferencia, constituyen dos elementos fundamentales del razonamiento lógico. Existen, ciertamente, otros agentes conceptuales no menos relevantes («todo», «algún»...), sobre todo en el plano cuantitativo más que en el cualitativo, pero dado que la experiencia ya se nos muestra espontáneamente como una multiplicidad de objetos, no parece existir mucha dificultad en suponer que ella misma nos inspiró ideas como las de «todo» y «alguno», mediante la superposición de objetos en una misma imagen (por ejemplo, si vemos dos leones y dos camellos en un mismo escenario, o si sabemos que es posible que más de uno aparezca en un mismo escenario, pero tenemos sólidas razones para creer que existen más leones y más camellos, y que por tanto ese conjunto no agota todos los posibles casos). Así, a partir de las nociones de identidad y diferencia se-

ría posible inferir las restantes categorías lógicas. Estas últimas actuarían como funciones que, aplicadas sobre objetos, generan formas constantes de procesamiento y organización de datos.

De esta manera, la distinción entre lo particular y lo general, clave para entender cómo opera la mente humana cuando procesa la información que obtiene del análisis del mundo y de su propia interioridad, parece desembocar en el binomio ambiente/genética. Las representaciones particulares son adquiridas empíricamente, gracias a la experiencia, cuya condición de posibilidad es la existencia de algún tipo de sistema sensorial, pero la capacidad de generalizar esas representaciones y de conectarlas en proposiciones que articulen un razonamiento lógico remite a habilidades innatas del *Homo sapiens*, cuyas estructuras han debido de transmitirse de generación en generación. Por ejemplo, y como pone de relieve el desarrollo de las geometrías no euclídeas, carecemos de una idea innata de espacio; lo que tenemos es la capacidad innata de formar ideas de espacio, cuya complejidad será subsidiaria del grado de progreso intelectual (teórico y empírico) que hayamos conquistado.

La posibilidad de formar y de enriquecer identidades se encuentra en la base de la lógica y de las matemáticas. Esta habilidad florece gracias a la existencia de un aparato previo muy flexible, que ha evolucionado precisamente en la dirección de conferirnos una enorme elasticidad a la hora de confeccionar nuestras nociones. Lo dado, lo «innato», es entonces la propia organización cerebral, pero determinada tanto por la genética como por la selección epigenética, que configura paulatinamente los circuitos neuronales. Es la plasticidad del cerebro, pilar de la versatilidad de nuestra mente, lo que ha sido predispuesto por el desarrollo evolutivo. La capacidad de formar nuevas conexiones interneuronales y de transformar las ya existentes matiza el peso de las estructuras heredadas y de la información acumulada previamente. La relación flexible con el medio que la mente humana puede establecer se alza por tanto como la clave de bóveda de esta notable predisposición a la adaptabilidad, elemento fundamental para el desarrollo de estrategias amplias y dúctiles de aprendizaje. Nos permite alcanzar cotas elevadas de indeterminación con respecto a lo rígidamente heredado y al estímulo inmediatamente recibido. Gracias a ella, la capacidad de recombinar lo dado goza de un carácter prácticamente infinito. En este cerebro tan holgadamente susceptible

de modificación estructural y funcional, los procesos neurobiológicos deterministas coexisten con una gran variabilidad funcional, apta para asimilar los incontables influjos culturales que nos brinda la interacción con el ambiente, sin los cuales es imposible entender cómo la mente alumbra ciertas ideas.

Es lícito creer que muchos de estos debates e interrogantes se solucionarán conforme progresen las investigaciones empíricas en neurociencia y ciencia cognitiva, pero la cuestión metafísica más profunda, la referida a la naturaleza del conocimiento humano, demanda una integración de los resultados científicos y de las discusiones filosóficas, que suelen resultar iluminadoras en muchas de estas controversias. Acostumbrada a poner en tela de juicio los presupuestos de cualquier discurso, la filosofía puede prestar valiosos servicios a la ciencia, por lo que sería imprudente menospreciar sus pujantes incentivos intelectuales. Aunque algunas cuestiones puedan zanjarse experimentalmente, persisten numerosos interrogantes, mucho más abstractos y genéricos, pero no por ello revestidos de menor importancia, sin cuya consideración perdemos de vista aspectos fundamentales del conocimiento humano. Y, en particular, el modo en que lo concreto y lo universal coexisten en el razonamiento humano es una de las cuestiones más interesantes que surgen a colación de este debate.

El estudio de los lenguajes lógicos nos ha ayudado a comprender mejor cómo elaboramos fórmulas bien formadas en un determinado contexto axiomático. Por su parte, las investigaciones neurocientíficas sobre la percepción, sobre cómo el cerebro procesa la información y la convierte en un conjunto de representaciones mentales significativas para él, ha contribuido a despejar numerosas incógnitas en torno al polo empírico sobre el que se sustenta, inexorablemente, el conocimiento humano. Sabemos, por ejemplo, que nuestro aparato sensitivo canaliza los elementos del estímulo a través de distintas vías, y en el córtex visual se han descubierto columnas de neuronas encargadas de procesar características diferenciadas del estímulo, como la intensidad y la inclinación de la imagen. De esta división del trabajo brota, sin embargo, una representación unitaria, una síntesis que trabaja con la labor analítica acometida previamente, en una interesante retroalimentación entre la particularización y la generalización, reveladora del funcionamiento más íntimo de la mente humana.

Así, la contraposición tradicional entre las tesis racionalistas, favorables al innatismo, y las empiristas, que niegan categóricamente la existencia de ideas innatas y conciben la mente como una hoja en blanco, parece resolverse en una tensión creadora, que se manifiesta el funcionamiento mismo de la mente humana. La organización del cerebro nos proporciona una *forma* previa que canaliza selectivamente el estímulo; percibimos, sí, el mundo, pero solo con algunas de sus características, por lo que no podemos decir que gocemos de acceso directo al mundo tal y como aparece ante nosotros, sino solo a aquellos rasgos que, dada nuestra organización cerebral —gestada a lo largo de millones de años de evolución—, somos capaces de procesar. Esta intermediación no impide, por fortuna, que gracias al desarrollo del pensamiento abstracto aprendamos a trascender experiencias particulares para elevarnos al terreno de lo universal, sobre todo cuando desentrañamos leyes naturales de ineluctable cumplimiento bajo ciertas condiciones de contorno. Semejante habilidad es, de alguna manera, innata; no su contenido, sino su forma, esto es, su capacidad de procesar selectivamente el estímulo para detectar determinados patrones de conducta en la naturaleza.

Enraizada en el uso de constantes lógicas que establecen relaciones entre objetos, y que por tanto nos predisponen a la generalización, tan notable aptitud solo puede explicarse, en el momento presente del desarrollo de nuestra especie, como fruto de la herencia genética, reforzada y ampliada ostensiblemente por el desarrollo cultural. Pues, en efecto, las predisposiciones heredadas no permanecen fijas e inmutables, sino que se educan y refinan: se robustecen con su correcto uso, mientras que se atrofian cuando no se utilizan o cuando se emplean incorrectamente. Además, es probable que existan puntos críticos, más allá de los cuales estas habilidades se resienten significativamente si no se han cultivado con anterioridad. Pero para que se produjera semejante progreso cultural, fue preciso que el cerebro humano estuviese ya en posesión de la capacidad intrínseca de formar conexiones y de realizar inferencias lógicas, que se anticipan incontestablemente a la experiencia. De esta retroalimentación incesante entre mente y experiencia emerge el conocimiento humano. No andaba muy desencaminado Kant cuando sospechaba que racionalistas y empiristas tenían cada uno su parte de razón en este apasionante de-

bate entre lo interno y lo externo, y que la mente humana combina mecanismos innatos con contenidos empíricos, procesados a través de esos mecanismos innatos. En esta fecunda síntesis de lo *a priori* y lo *a posteriori* estribaría su inmenso poder para adquirir conocimientos sólidos.

Lo que Kant no explica es el origen de ese elenco de formas innatas, que podríamos identificar con las funciones lógicas a las que apelábamos antes. Aceptemos, en efecto, que la sensibilidad nos proporciona los objetos particulares. Sin embargo, las funciones lógicas que aplicamos sobre ellos, la selección que obra nuestra mente según sus predisposiciones internas, ¿de dónde dimana? Las leyes lógicas operan con independencia de nuestra adscripción cultural o de nuestras preferencias individuales; se hallan tan sólidamente enraizadas en nuestra comprensión del mundo que parecen provenir del propio mundo. En términos evolutivos, en algún momento fue necesario transitar de lo irracional (es decir, del estado de pensamiento previo al uso sistemático de esas funciones lógicas, aptas para elaborar inferencias) a lo racional; de una casi ausente habilidad para generalizar y formalizar a una capacidad prácticamente omnipresente, que en tantas ocasiones ha desencadenado un abuso de la imaginación, enseñoreada de la experiencia. ¿Cómo aprendimos a imaginar esas primeras formas lógicas, que hoy nos parecen irrefutables, pues conforman el repertorio básico de nuestra racionalidad?

En un trabajo anterior⁶ planteé la posibilidad de que las categorías lógicas esenciales hundan sus raíces en nuestra interacción con el mundo, que nos revela dos grandes principios en su funcionamiento: la ley de conservación de la energía y la ley del aumento inexorable de la entropía. Las dos leyes fundamentales de la termodinámica parecen condensar las características principales del funcionamiento del universo, y son traducibles a categorías lógicas básicas. La primera apela a la identidad de un objeto consigo mismo (la *conservación* o *identidad* de un sistema, medida de acuerdo con la invariancia temporal de una magnitud escalar denominada «energía») y la segunda a su diferenciación en el tiempo (la variación temporal de una magnitud escalar denominada «entropía»). Estas dos leyes, jamás conculcadas, han resistido teorías y experimentos;

6 Cf. *Grandes problemas filosóficos*, 69-70.

grandes revoluciones han acontecido en la física desde que fueron formuladas en el siglo XIX, pero ninguna ha podido invalidarlas.

Reproduzco el razonamiento que allí expuse:

Junto a la dualidad primigenia de ser (identidad, permanencia, afirmación...) y no-ser (diferencia, cambio, negación...) figura un vasto y potencialmente infinito espectro de relaciones: el plano de lo posible. No se trataría, por tanto, de una dualidad tan rígida como la que imaginó Parménides en su famoso poema metafísico, porque las ideas de «ser» y «no-ser», de identidad y diferencia, admiten incontables conjugaciones, proceso que desemboca en un elenco mucho mayor de juicios posibles. En cualquier caso, y si nuestra hipótesis es correcta, las categorías básicas del entendimiento humano no son entonces doce, como pensaba Kant, sino tres: ser, no-ser y posibilidad (equivalente a los grados variables de relación entre el ser y el no-ser). Las demás germinan como ramificaciones de esas tres categorías iniciales, y no pueden situarse al mismo nivel. Si partimos del ser, la posibilidad y el no-ser, por combinaciones oportunas llegamos a las restantes categorías kantianas. Las nociones de unidad, pluralidad y totalidad simplemente se refieren a los grados de relación entre el ser, la posibilidad y el no-ser: el ser considerado en sí mismo (o el no-ser) es necesariamente unitario; si se contemplan grados de posibilidad entre el ser y el no-ser, se evoca ya una pluralidad ontológica, mientras que si se abarcan todos los grados potenciales entre el ser y el no ser, emerge la idea de totalidad. Por tanto, las categorías que Kant engloba bajo la denominación de «cantidad» son enteramente reducibles a nuestras tres categorías primarias. En lo que respecta a las categorías cualitativas, la conexión con el ser, la posibilidad y el no-ser es inmediata (lo real, su negación y las graduales limitaciones o diferencias que cabe establecer entre ambos; el límite es la obvia expresión de la diferencia). Las categorías de modalidad, por su parte, coinciden con nuestras tres categorías fundamentales (la imposibilidad es la conjunción de «no-ser» con «posibilidad»; la necesidad es una propiedad de la identidad del ser consigo mismo y de la no-identidad del no-ser consigo mismo; la contingencia se halla profundamente ligada a los grados variables de posibilidad que dividan el ser del no-ser). En lo que concierne a las categorías de relación examinadas por Kant, las ideas de inherencia,

causalidad y comunidad nacen de la conjunción de identidad y diferencia: como existe el tiempo y se producen cambios en el seno de la realidad, sus elementos interaccionan entre sí y se encuentran desprovistos de la impasibilidad que definiría un universo estáticamente recluso sobre sí mismo, eterno e incorruptible.

La imaginación es conceptualmente más amplia que la racionalidad, porque esta última puede contemplarse como una clase concreta de imaginación, que satisface unas reglas muy precisas y exigentes. En ella cristaliza una imaginación regulada, o una imaginación seleccionada por su sujeción a un sistema axiomático. La imaginación solo responde al poder de la mente para concebir, para alumbrar nuevas representaciones y unir las arbitrariamente; su límite únicamente reside en nuestra incapacidad para franquear ciertas barreras. La razón, por el contrario, obedece más al deber que al poder: aunque podría concebir determinados objetos y vincularlos de maneras muy diversas, solo admite aquellas formas que cumplan unas leyes específicas. Es, por tanto, mucho más estricta que la imaginación, mucho más comedida en sus elaboraciones, que controla cuidadosamente, pero no por ello menos vigorosa en su alcance, dado que puedo racionalizar lo inimaginable. Así, la racionalidad semeja un subconjunto dentro de las habilidades propias de la imaginación, entre las que sin duda destaca la capacidad generalizadora. Además, la imaginación afecta tanto a la razón como a la experiencia, pues para procesar correctamente un estímulo he tenido que imaginarlo, es decir, he tenido que captar una imagen de ese objeto para formarme, a partir de ella, una representación mental. Y, análogamente, para imaginar el razonamiento lógico correcto me he visto obligado a hacer uso de esta aptitud generalizadora.

A la luz del desarrollo evolutivo, el salto de lo irracional a lo racional pudo haber sido perfectamente abrupto, pero no esencialmente discontinuo. El avance de la ciencia debería permitirnos seguir el itinerario «microscópico», el mecanismo específico que permitió alumbrar el razonamiento lógico en nuestros ancestros y que posiblemente revirtió, mediante procesos epigenéticos, en nuestra herencia común.

Cuanto más aprendemos sobre la naturaleza y el funcionamiento de la mente, más fácil nos resulta percatarnos de que oposiciones

consagradas, aparentemente irreconciliables, brotan en realidad de una comprensión imperfecta de lo que nos rodea. Racionalistas y empiristas acertaban en muchas de sus afirmaciones y erraban en otras. Por su parte, la frontera entre lo darwiniano y lo lamarckiano, entre la herencia selectiva de variaciones aleatorias y la de caracteres adquiridos, ha comenzado a difuminarse gracias a los progresos efectuados en el entendimiento de la epigenética. No es, por tanto, descartable que la experiencia sostenida contribuyera a asentar firmemente en nosotros el binomio lógico fundamental entre lo idéntico y lo diferente. Transmitida empíricamente, esta dualidad acabaría por convertirse en una pieza esencial de nuestro repertorio lógico, de manera que a los nuevos individuos bastara con enseñarles un mínimo de contenidos para despertar automáticamente sus habilidades latentes, que hasta entonces yacían aletargadas como meras *potencialidades*.

1.3. Razón, completitud y escepticismo

1.3.1. Límites de la razón y límites del conocimiento

En las páginas anteriores hemos hablado sobre la naturaleza y el origen de la racionalidad, pero una pregunta no menos importante se refiere a las fronteras con las que tropieza esta capacidad de la mente.

De la psicología a la teoría económica, resultados distintos pero convergentes han contribuido a elucidar los límites de la racionalidad humana. Desde un punto de vista más prosaico, es evidente que cualquier individuo topa con serias dificultades para manifestar un comportamiento estrictamente racional en todas sus decisiones. El poder de las emociones, la fuerza del compromiso,⁷ la motivación y la adhesión a ciertos ideales que quizás no sean justificables en limpios términos racionales, la imperfección y la asimetría en la información que nutre nuestro conocimiento de una situación particular...; todos estos factores indican que la racionalidad representa un ideal más que una realidad, al menos en un número significativo de contextos.

⁷ Cf. Sen, A. K. (1977). *Rational fools: A critique of the behavioral foundations of economic theory*. Philosophy & Public Affairs, 333-335.

Sin embargo, no deberíamos olvidar que la razón, como herramienta para alcanzar el conocimiento, se halla constreñida no solo en sus manifestaciones superficiales, sino también en sus raíces más profundas. Hipotéticamente, el individuo podría aspirar a trascender las limitaciones de su realidad: bastaría con que aprendiera a despojarse gradualmente de las interferencias ocasionadas por ciertas emociones, prejuicios heredados, ignorancias autoalimentadas e informaciones parciales. Pero, en último término, sus esfuerzos serían vanos, porque la lógica y la ciencia han descubierto dos límites fundamentales en el conocimiento humano. Frente a ellos, los veleidosos anhelos de la razón por trascenderlos para alcanzar conocimiento más allá de las fronteras que establecen resultan inútiles, pues se alzan como límites infranqueables para la mente humana. Nos referimos al teorema de Gödel (un límite analítico, porque afecta a la estructura misma de nuestro pensamiento) y al principio de incertidumbre de Heisenberg (un límite sintético, porque se refiere a nuestro conocimiento de la realidad externa a nuestra mente).⁸

Cualquier ley de la naturaleza impone un tipo de comportamiento en las entidades materiales que caen bajo su régimen de aplicación, lo que concomitantemente entraña un límite de cognoscibilidad para la mente humana. Por ejemplo, la ley de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío define una cantidad fija, finita, de $2'99 \times 10^8 m/s$ para el desplazamiento de un rayo de luz en el vacío. Implica, por tanto, que es imposible conocer algo instantáneamente. La simultaneidad absoluta resulta inasequible para nuestra mente. Sin embargo, la característica más distintiva del principio de incertidumbre de Heisenberg reside en su contenido epistemológico inmediato: se refiere, directamente, a un límite en el conocimiento humano, dado que esta ley de la naturaleza afecta a cualquier observador potencial y a sus intentos de medir simultáneamente dos variables canónicamente conjugadas. En lo

8 En la formalización de la mecánica cuántica, el principio de incertidumbre se toma como un postulado: si dos variables X y P_X están canónicamente conjugadas, su conmutador $[X, P_X]$ debe ser igual a $i\hbar$, donde i es el número imaginario y $\hbar$ es la forma reducida de la constante de Planck. El producto de las dispersiones de dos observables A y B aplicadas al mismo sistema físico viene entonces caracterizado por la relación $\Delta A \Delta B \geq \frac{1}{2} \langle \psi | [A, B] | \psi \rangle$, donde ψ es la función de onda del sistema.

atingente al teorema de Gödel, su relación con las fronteras del conocimiento humano es diáfana: por mucho que nos afanemos en diseñar un sistema axiomático finito consistente y completo, siempre identificaremos una proposición legítimamente inferida en ese sistema que, o es inconsistente, o es indemostrable.

Incluso si ignoráramos las importantes innovaciones conceptuales que comporta la mecánica cuántica con respecto a la física clásica, podríamos llegar a la conclusión de que cualquier magnitud mensurable debería considerarse un límite, mas nunca un reflejo exacto —es decir, en correspondencia completa 1:1— de la realidad. La teoría de la medida emerge entonces como una rama esencial de la actividad científica, y no debería sorprendernos que las principales revoluciones en la física del siglo xx (cuyos fundamentos venían gestándose desde el siglo xix, con el estudio del electromagnetismo) hayan estado estrechamente relacionadas con un cuestionamiento del proceso de medida en cuanto tal.

Adquirimos conocimiento sobre el mundo porque interactuamos con él a través de instrumentos de medida, desde nuestros sentidos hasta los más avanzados telescopios. Pero en esa interacción, en ese proceso de medida, es imposible obtener una información completa sobre la situación espaciotemporal vinculada al objeto que nos proponemos estudiar. Nunca podemos medir nada de manera completa, no solo por los límites que establece el principio de incertidumbre, sino por la finitud de la velocidad de la luz en el vacío, principio que ya figuraba en las ecuaciones de Maxwell y cuyo descubrimiento precede históricamente tanto a la mecánica cuántica como a la teoría especial de la relatividad.

Por supuesto, muchos de los problemas inherentes al proceso de medida solo se manifiestan cuando examinamos objetos minúsculos. Si queremos medir la posición de un electrón en reposo, será preciso que un fotón (un paquete de radiación electromagnética) colisione con esa partícula, por lo que alteraremos las condiciones iniciales del sistema mediante un choque inelástico, tal y como se describe en el efecto Compton.

Así, y para conocer la posición del electrón, el fotón desplazará inevitablemente el electrón desde su posición inicial x_1 hasta una nueva posición x_2 . Si en el instante temporal tomado como momento de la colisión, t_1 , el electrón se hallaba en la posición x_1 , en el instante t_2 , es decir, después de ser iluminado por el fotón, el electrón

se habrá desplazado a la posición x_2 . Detengámonos en el significado físico de t_1 . Queremos saber en qué posición se encuentra el electrón en el instante t_1 , que es el momento exacto en que impacta el fotón. Este conocimiento depende, lógicamente, de que el fotón regrese y nos transmita esa información. Por tanto, la información asociada a t_1 estará inextricablemente unida a la información asociada a x_1 , y si fuéramos capaces de elucidar t_1 con absoluta precisión, podríamos alcanzar un grado de exactitud similar sobre la posición en la que se hallaba el electrón *en el instante preciso* en que interaccionamos con él mediante un fotón. No obstante, para obtener esa información el fotón debe retornar al observador, lo que se traducirá en una dilación mínima pero real. Si la separación entre nosotros (y *nosotros* se refiere a cualquier modo significativo de detectar la información que contiene el fotón) y el electrón cuya posición x_1 pretendemos medir es z , ese tiempo mínimo t_{min} equivaldrá a $\frac{z}{c}$, donde c es la velocidad de la luz en el vacío. Por ello, solo podemos adquirir información significativa sobre la posición x_1 en el instante $t_1 + t_{min}$. Sin embargo, en este nuevo instante $t_1 + t_{min}$, el electrón ya no se encontrará en x_1 , sino en x_2 , correlacionado — como era de esperar — con un instante diferente. Llamemos t_2 a ese nuevo instante. Como todavía queremos conocer la posición del electrón, deberemos ahora determinar el valor de x_2 , que condensa su nueva ubicación. Para ello tendremos que repetir el proceso anteriormente bosquejado: habremos de enviar un fotón que colisionará con el electrón, ubicado en x_2 . En este proceso iterativo, el electrón se desplazará a x_3 , y el lapso será igual a $t_2 + t_{min}$.

Podemos entonces agrupar los siguientes pares de datos recibidos por el observador sobre la posición y el tiempo del electrón, donde z representa, como hemos dicho, la separación entre el observador y el electrón en su posición inicial:

$$\begin{aligned} x_1, t_1 + \frac{z}{c} \\ x_2, t_2 + \left(\frac{x_2 - x_1 + z}{c} \right) \\ x_3, t_3 + \left(\frac{x_3 - x_1 + z}{c} \right) \end{aligned}$$

El observador no puede conocer x_n a t_n , sino a $t_n + \frac{x_n - x_1 + z}{c}$. Este retraso inexorable dimana, claro está, de la finitud de la velocidad con la que el fotón recorre volúmenes de espacio, que implica un lapso entre lo que tarda en colisionar con el electrón y el tiempo

que necesita para retornar al observador. No podemos, por tanto, dilucidar la posición x_1 , como era nuestra intención originaria. Dado que el cuanto lumínico se desplaza a una velocidad finita, siempre persistirá un lapso mínimo pero no nulo que nos impedirá adquirir un conocimiento preciso sobre la posición espacial de cualquier partícula material. Si obviamos las dificultades hermenéuticas del entrelazamiento cuántico, la prohibición física de una transmisión instantánea de la información establece un límite profundo para el poder del conocimiento humano, pues un observador no puede conocer, con precisión absoluta, la posición exacta de una partícula en un instante dado. El concepto de posición deberá interpretarse, consecuentemente, como un límite epistemológico, dependiente de la posición del observador. La posición de una partícula puede entonces definirse como el límite alcanzado tras minimizar la separación entre el observador y la partícula. Como, por razones energéticas (fundamentalmente, de repulsión electromagnética, que conlleva impenetrabilidad), la separación entre el observador y la partícula que desea medir nunca puede ser nula, el factor z no podrá eliminarse.

1.3.2. Crítica del solipsismo

La razón parece enfrentarse a barreras insoslayables que limitan nuestro entendimiento. Tanto el reino del pensamiento puro como el ámbito de lo empírico imponen fronteras infranqueables para el conocimiento humano. Además, la naturaleza probabilística de muchos enunciados científicos y la mutabilidad de nuestras percepciones han contribuido también a avivar las sospechas en torno al poder de la razón para proporcionar verdadero conocimiento. Desde la Antigüedad, estas fallas han alimentado posiciones escépticas, que han ayudado a refinar nuestras categorías epistemológicas y a prevenirnos del error, el prejuicio y la ignorancia que se automultiplica. Pues, en efecto, adoptar una actitud escéptica ante la verdad y utilidad de muchas especulaciones filosóficas ha sido y es un acto de honestidad intelectual. Brota de la constatación de que nuestro conocimiento es esencialmente perfectible, por lo que muchas nociones consagradas como categorías metafísicas últimas, capaces de brindarnos un conocimiento pleno de la realidad y una comprensión de sus estratos más profundos, yacen en último tér-

mino suspendidas sobre el abismo de la falta de fundamentación.

La duda es condición de posibilidad del conocimiento: la duda sobre la validez y el alcance de nuestros conocimientos previos, la duda sobre los límites de nuestros conceptos, la duda sobre nuestros marcos de referencia... La propia tentativa de adquirir conocimiento trasluce una reveladora insatisfacción ante nuestro conocimiento presente: la duda sobre su poder y el anhelo de superar sus limitaciones. El problema no nace de sondear un sano y fecundo escepticismo, entendido como examen crítico de datos y argumentos, sino de interiorizar una actitud radicalmente escéptica ante la capacidad de obtener nuevas verdades, aunque seamos conscientes de su carácter fragmentario y de la perfectibilidad inherente a nuestro conocimiento.

De modo genérico, el escepticismo puede subsumirse en dos grandes grupos: escepticismo sobre el mundo externo y escepticismo sobre el poder de nuestros sentidos. Nos detendremos en la primera clase de escepticismo, porque nos permitirá reflexionar sobre algunas cuestiones filosóficas esenciales para una teoría del conocimiento.

Mientras que nuestro conocimiento del mundo depende del vigor de nuestras facultades perceptivas, la existencia del mundo no se encuentra necesariamente subordinada a nuestro sistema perceptivo, pues podemos, ciertamente, mostrarnos escépticos ante el poder de nuestras percepciones sin sucumbir al escepticismo sobre la existencia del mundo. Además, ambas posiciones se enfrentan a un grave problema filosófico: ¿por qué poseo esta percepción en particular? ¿Cómo se origina, en suma, la materia de nuestras afecciones, captada por nuestro sistema perceptivo?

A nuestro juicio, no tiene sentido dudar de la realidad del mundo exterior, y menos aún escandalizarse por la hipotética incapacidad de la filosofía para demostrar su existencia. La actitud filosófica solipsista se enclaustra en la simple autopercepción del sujeto como entidad pensante, y considera que esta certeza es la única válida que puede alcanzar. Sin embargo, debería ofrecer una explicación plausible de por qué la mente recibe unas afecciones en lugar de otras. Justificar el contenido de esas afecciones, así como el hecho de que exprese sus dudas en un lenguaje y en una lógica que yo no he podido inventar espontáneamente (entre otros motivos, porque ese lenguaje seguramente emplee segundas y terceras personas

en las conjugaciones verbales, algo imposible si el único existente fuera el sujeto, que inevitablemente se concebiría a sí mismo desde la perspectiva de la primera persona; además, la relación de consecuencia lógica entre la premisa y la conclusión se impone objetivamente, no subjetivamente, por lo que evoca una instancia extrasubjetiva), representa el mayor desafío para una postura radicalmente escéptica ante la existencia del mundo exterior.

Si, de acuerdo con mis premisas solipsistas, establezco que la mente produce imágenes similares en circunstancias similares, tendré que explicar por qué surge esa creación mental cuando comparecen circunstancias análogas. Para responder a este interrogante, me veré obligado a mencionar el contexto como generador de esa percepción, y por tanto un referente extramental ajeno a la creatividad de mi propia mente. Así, y si me empeño en negar la existencia de un sustrato material previo, ontológicamente, a las percepciones que recibo de él —dado que lo considero inasequible a la intelección racional—, no hago sino concluir que lo único real son las inexpugnables percepciones, mas renuncio a dar razón de la fuente de la que emanan y simplemente me limito a identificar, *ex hypothesi*, el ser con el ser percibido, pero sin proporcionar ninguna prueba de que semejante igualdad sea correcta.

Esta postura se resume, como es bien sabido, en el célebre principio «*esse est percipi*», enarbolado por Berkeley. Sin embargo, al concebir el cuerpo como un conjunto de afecciones psíquicas, como un complejo de percepciones *en mi mente*, como una cualidad en mí que quizás carezca de un sustrato real, reduzco la cosa a la representación que confecciono a partir de ella, y confundo existencia con cognoscibilidad (pues aunque no pueda conocer el origen último de esa percepción, no existe una conexión lógica necesaria con la negación de su existencia; de lo contrario, si nadie percibiera un determinado objeto de percepción, este cesaría inmediatamente de existir y renacería mágicamente cuando volviera a percibirlo). Empero, el interrogante persiste: ¿por qué fabrico esa representación particular? Si «ser es ser percibido», parece lícito concluir que «ser es ser percibido *por algo*». Mas ¿cuál es la naturaleza de ese *algo* y dónde se encuentra (en el sentido de un espacio físico o lógico)?

Como solo sé que percibo, de acuerdo con el principio «ser es ser percibido» solo podré estar seguro de que yo soy mientras me

percibo a mí mismo; pero si solo soy cuando me percibo, inevitablemente dejo de ser cuando no me percibo o cuando no concentro la atención en mí mismo (lo que, en efecto, es muy probable que suceda siempre que esté percibiendo algo ajeno, enfocado en un objeto distinto a mí). Y si ser es ser percibido por algo, como corolario cabe inferir que percibir es ser percibido, luego actividad y pasividad han de ser equivalentes. En cierto modo, ello presagia una contradicción, debida a la confusión inicial entre sujeto (el que percibe) y objeto (el que es percibido; pero al concebirlo como «objeto de quien percibe», lo incorporo automáticamente a la definición del sujeto, y en realidad lo privo de su condición objetiva).

Solo tengo certeza de que *yo percibo* (resultado inevitable del *cogito* cartesiano), pero no de que alguien *me* perciba. Sirve de poco invocar una instancia suprema, pues implica añadir supuestos que disminuyen el grado de certidumbre de la proposición originaria. La tesis de que existe un observador sempiterno que lo percibe todo y en todo momento, tal que en ningún momento algo que exista en virtud de ser percibido deje de existir por cesar de ser percibido, suscita la siguiente objeción: ¿cómo podemos saber que ese perceptor supremo existe? Si respondemos que, en caso de no existir ese sumo panóptico, lo que dejase de ser percibido se evaporaría de súbito, es evidente que hemos cedido a una argumentación circular, a una *petitio principii*, porque hemos definido a Dios como «el perceptor necesario para que todo cuanto existe, en virtud de ser percibido, no deje nunca de existir si no es percibido»; caracterización tautológica, que simplemente refuerza nuestra tesis inicial de que ser es ser percibido.

Además, ¿por qué la mente es capaz de percibir y, más aún, cómo puedo saber que el ser se agota en la percepción, si jamás podría percibir algo ajeno a ella, es decir, si por principio nunca podría conocer algo que no se relacionara conmigo en cuanto que percepción? Multitud de ideas y objetos seguramente no hayan sido percibidos nunca, ni siquiera imaginados, pero es perfectamente posible que existan. De hecho, únicamente percibimos una fracción ínfima de todo lo que es lógica y empíricamente posible. Es más: hay cosas que sabemos que han de existir aunque nadie las haya percibido. Por ejemplo, tiene que existir un centro de la Tierra, porque hemos percibido su finitud, pero —al menos por ahora— nadie ha logrado perforar el globo terráqueo para aden-

trarse en ese recóndito núcleo geológico compuesto de hierro y níquel. Decir que, en realidad, ya ha sido percibido indirectamente, porque la percepción potencial del centro de la Tierra es la prolongación de percepciones previas efectivas que conducen hasta ella, no hace sino mostrar la naturaleza infalsable de la tesis solipsista; pues ¿cómo se conectan lo no percibido y lo percibido si no es mediante un sustrato previo a la percepción, esto es, a través de una instancia ontológicamente independiente de la percepción?

La mera constatación de que mi percepción se presenta como evidente ante mi conciencia, ¿me legitima a atribuir a la subjetividad primacía ontológica, como si se tratara de la realidad primigenia del universo? ¿No habré incurrido, en realidad, en una tautología, al establecer por definición que lo que es, es percibido, y que si no es percibido, no es? ¿Por qué se ha desarrollado esa capacidad perceptiva, y por qué el ser no es simplemente igual a sí mismo («*esse est esse*»)? ¿Por qué, en definitiva, percibo algo? He de asumir una relación causal entre lo percibido y el sujeto que percibe, pero yo no percibo esa causalidad en cuanto tal, luego, desde un punto de vista solipsista, no tendría razones suficientes para admitir su existencia.

El argumento subjetivista puede valer para las denominadas «cualidades secundarias», como el color y el sonido, dado que efectivamente dependen —por definición— de que el sujeto posea un determinado aparato perceptivo para captarlas (aun así, siempre se sustentan sobre algo objetivo, como una longitud de onda específica del espectro electromagnético); no obstante, resulta inadecuado cuando pretendemos extrapolarlo a cualidades primarias y, en último término, al objeto como entidad potencialmente independiente de mi facultad perceptiva, pues si me empeño en ello, jamás podré diferenciar un objeto producido por una fuente externa a mí de otro elaborado por mi imaginación. Tampoco podré explicar por qué las afecciones que se convierten en percepciones en mi mente se hallan organizadas de una manera y no de otra. Despojada, en suma, de un criterio de distinción, esta teoría me lleva a atribuir idéntico valor ontológico —y, por qué no, cognoscitivo— a una entidad imaginaria (fraguada en el seno de mi imaginación) y a una entidad real (no confeccionada por mí mismo, aunque en último término no remitiera a ningún sustrato objetivo). Por otra parte, y como nunca lo percibo todo simultá-

neamente, sino que según el momento y el espacio percibo cosas a las que en otros instantes y en otras ubicaciones carecía de acceso, tiene que haber algo que antes no percibía, pero susceptible de ser percibido, y ese algo ha de ser ontológica y cronológicamente previo a mi capacidad perceptiva.

No es de extrañar que Berkeley, al haber excluido la existencia de un sustrato material independiente de nuestras ideas y cuyos constituyentes influyan objetivamente en nosotros, niegue cualquier tipo de agencia a nuestras percepciones. Si solo las consideramos como objetos en nuestra mente, esto es, como representaciones de sensaciones y de ideas, en virtud de su carácter abstracto son necesariamente inactivas, porque si condenso algo en una percepción, inexorablemente lo privo de cualquier posibilidad de movimiento real; quedan, por tanto, «congeladas» en la mente y despojadas de su viveza. Dado que las percepciones únicamente existen en nuestra mente, no hay modo de concebir cómo podrían ejercer algún tipo de acción no solo sobre otras ideas, sino sobre nuestra propia mente. Pero la incorrección de esta tesis es patente. Pues, en efecto, las ideas tienen que actuar sobre quien las percibe (de lo contrario, ni siquiera nos formaríamos ideas), por lo que deben hallarse provistas de algún tipo de agencia o de poder causal que afecte al sujeto. No solo la experiencia nos muestra cuán irrefutable es esta proposición, sino también un examen de cómo la mente elabora representaciones susceptibles de repercutir sobre ella, por ejemplo mediante la evocación de determinadas sensaciones.

Cuestión distinta es la inevitable objetivación de toda actividad desplegada en el tiempo que se produce cuando «fotografiamos» un objeto en nuestra mente. Sin embargo, incluso en ese caso no podemos negar que nuestro aparato perceptivo es plenamente capaz de capturar la propia transformación temporal, el movimiento, porque a la superposición de figuras estáticas es posible añadir la aprehensión del cambio en cuanto tal, del tránsito temporal, tarea para la que gozamos de las estructuras adecuadamente funcionalizadas en los diferentes lóbulos cerebrales (como el temporal). De hecho, si bajo ningún concepto pudiéramos forjar alguna representación del tiempo y del cambio, es imposible imaginar cómo podríamos adquirir conciencia de que el tiempo existe, o tener memoria de algo. Al tiempo como dimensión objetiva de la realidad corresponde el tiempo como sen-

tido interno, esto es, como capacidad de percepción del cambio y de la sucesión de instantes. No es, por tanto, legítimo sostener, como propone Berkeley, que «el ser mismo de una idea implica pasividad e inercia en ella, por cuanto es imposible que una idea haga nada o, en términos estrictos, que sea la causa de nada»,⁹ pues ¿cómo explicar que mi idea, esto es, mi representación de un objeto, provoque en mí sentimientos y reflexiones? Debería suponer que no es la idea misma, sino mi aprehensión de la idea, la que genera en mí esos sentimientos y esas reflexiones, pero entonces sucumbiríamos a un problema de regresión infinita, porque también cabría preguntarse si la idea de la idea —es decir, mi aprehensión de la idea, transformada en nueva idea— es la que verdaderamente ocasiona en mí sentimientos y aprehensiones, en vez de una instancia externa (mi aprehensión de la idea de la idea, demudada ella misma en idea); así *ad infinitum*. Atrincherados en este modo de razonar, no ganaríamos conceptualmente nada con respecto a la afirmación, más parsimoniosa y plausible, de que es la idea o representación del objeto la que directamente actúa causalmente sobre mí, tesis que nos permite cortar el nudo gordiano de la regresión causal infinita. Además, si la idea fuera totalmente inerte e inactiva, no se comprende cómo, si según Berkeley no existe nada más allá de las percepciones (porque ser es ser percibido), una percepción a partir de la cual he extraído otra percepción que he convertido en idea en mi mente ha podido siquiera ejercer algún tipo de causalidad en mí. Es decir, si percibo algo, ese algo debe actuar causalmente sobre mí, incluso si la naturaleza última de ese algo consiste en haces de percepciones y no en un sustrato material.

Desde un punto de vista lógico, solo caben dos fuentes verosímiles que expliquen por qué se suscita una percepción concreta en nuestra mente: el mundo externo y nuestra creatividad psicológica. Si escogemos la segunda posibilidad, debemos preguntarnos cómo puede nuestra creatividad psicológica producir ella sola tan vasto elenco de percepciones, que difieren de manera significativa en forma y contenido. Más aún, es legítimo plantear el interrogante de cómo, sin un mundo externo generador de los elementos básicos que configuran la materia de nuestras percep-

9 *A treatise concerning the principles of human knowledge*, epígrafe 25.

ciones, podemos recibir ciertos estímulos que guardan escasa o nula relación con nuestras experiencias previas. Por supuesto, es formidable el poder que atesora la imaginación para combinar contenidos pasados y originar imágenes que desafían nuestras experiencias presentes, pero resulta enormemente complicado entender cómo muchas de estas extraordinarias manifestaciones de creatividad podrían haber sido desencadenadas sin estímulos iniciales —por pobres y exigüos que se nos antojen—, emitidos por el mundo externo. La neurobiología nos enseña que la organización de nuestros sistemas perceptivos propicia un filtrado de la información procedente del mundo, así como la selección de determinados aspectos del estímulo y la inhibición de otros. Pero esta constatación no exige adoptar una actitud escéptica en torno a la existencia del mundo externo; simplemente apunta a la evidencia de que la información se canaliza según las posibilidades y los intereses selectivos de nuestros sistemas perceptuales (*secundum modum recipientis*).

Creer, en definitiva, que todo cuanto potencialmente existe se encuentra mediado por la subjetividad del hombre resulta a todas luces injustificable. No hay una conexión lógica necesaria entre existencia y cognoscibilidad. Si supongo que solo existe lo que conozco, difícilmente podré elucidar el estatuto ontológico de los objetos que descubro y que antes desconocía.

Aun sin profesar una actitud tan radicalmente solipsista como la que se afana en dudar de la existencia de un mundo extramental, caben escepticismos mitigados. Estas posturas también desconfían —aunque de una forma cualitativamente distinta— de la fuerza de la razón humana, al considerar que esta facultad se encuentra inexorablemente ofuscada por multitud de servidumbres afectivas, de imperfecciones insolubles y de tendencias incorregibles. Sin embargo, y como suele ocurrir, la cuestión se refiere a la amplitud y a los peligros de recluirse en atalayas escépticas, desde las que se recela sistemáticamente del poder de la razón humana para adquirir nuevos conocimientos. Pues por vigorosos que nos parezcan los sesgos cognitivos en que tantas veces incurre la mente humana, no existe ninguna prohibición *a priori* contra la posibilidad de desplegar una conducta más deliberada y reflexiva que, en lugar de favorecer preferencias individuales y creencias subjetivas, se sustente sobre un análisis objetivo de la realidad. Un

estímulo concreto puede, ciertamente, evocar intensas valoraciones afectivas que oscurezcan un tratamiento puramente racional de la situación. Sin embargo, el desarrollo del conocimiento científico, que en ocasiones ha desembocado en conclusiones poco intuitivas, constituye una manifestación vívida de la incesante capacidad del intelecto humano para sobreponerse a lo irracional y expandir las fronteras de su imaginación. Las sombras de las ilusiones cognitivas y de las ideas falaces pueden disiparse si, por ejemplo, se establecen las condiciones experimentales adecuadas, o si se dispone de tiempo suficiente para exhibir una conducta más cercana al ideal de racionalidad.

Por tanto, no se trata de infravalorar el peso y la pujanza de lo irracional y de lo subjetivo en el comportamiento humano, o de aquellas reglas heurísticas incompletas e incluso conducentes al error de las que depende la mente a la hora de evaluar la realidad, pues resulta innegable que nadie actúa nunca según criterios absolutamente racionales, totalmente emancipado de cualquier servidumbre afectiva. Lo que una filosofía de la racionalidad ha de perseguir es la búsqueda de un modelo *ideal* de racionalidad que pueda compatibilizarse, en determinados escenarios, con las constataciones empíricas sobre los límites de las habilidades cognitivas humanas, sobre la cantidad y la calidad de la información disponible, sobre el influjo de los aspectos culturales y sobre las barreras que imponen al uso de la racionalidad. En su uso cotidiano, toda racionalidad es limitada, pero la filosofía no puede renunciar a investigar la naturaleza de la racionalidad pura, tal y como podría concebirse si lográramos minimizar los omnipresentes sesgos cognitivos que nos asedian. En consecuencia, la exploración filosófica de la racionalidad no tiene por qué parecer irreconciliable con el estudio de los elementos conductuales, pues sucumbiríamos a una ceguera culpable si obviáramos las importantes constricciones que condicionan la forma pura de la racionalidad, a veces tan poderosas como para comprometer nuestras asunciones básicas sobre la naturaleza de lo racional.

Además, es preciso percatarse de que la opción más racional puede ser aquella en la que mi comportamiento resulte menos racional (y, por ende, parcialmente irracional) que en otras conductas. Esta afirmación puede parecer paradójica, pero se libera de su teórica inconsistencia si nos damos cuenta de que la racionalidad

en la acción humana depende estrechamente del horizonte temporal que decidamos aplicar. Por ejemplo, puedo exhibir un comportamiento más racional si, ante una situación dada, escojo no ser racional en aras de una futura maximización de mis intereses. Así, las expectativas volcadas en una racionalidad futura pueden exigir que en el presente no siga el itinerario más racional, tal y como cabría colegir de una situación particular y en el contexto de un marco temporal específico.

Podría argüirse que, en la valoración completa del escenario que acabamos de bosquejar, el hecho de ocultar temporalmente la racionalidad es en sí mismo racional, pues coadyuva a garantizar el triunfo futuro de la actitud potencialmente más racional. Sin embargo, es imposible definir, en términos estrictamente racionales, cuál debe ser el alcance temporal de nuestras consideraciones. ¿Dónde habríamos de detener nuestro análisis? ¿En el horizonte temporal marcado por el individuo, en el curso histórico de una civilización, de una especie, del universo...? La racionalidad individual se maximizaría si el individuo pudiera contemplar, proféticamente, toda la trayectoria del cosmos. En tan hipotético caso, todas sus acciones individuales podrían diseñarse de tal manera que auspiciaran el mejor desarrollo posible del universo. Sus intereses presentes se subordinarían a los intereses absolutos de una instancia última (¿la naturaleza?), y los antagonismos temporales entre sus intereses y los de otros agentes se desvanecerían plácidamente.

Por supuesto, y más allá de este experimento mental extremo, es indudable que siempre existe un grado de arbitrariedad en el límite temporal que fijamos para nuestro análisis de la racionalidad de una acción. Solo un ser omnisciente podría saber, de manera perfecta, si le convenía posponer la racionalidad y rendirse temporalmente a la irracionalidad con el objetivo de preservar la racionalidad global del universo, pero este interrogante se halla inextricablemente vinculado al problema filosófico del determinismo y del indeterminismo, al que nos referiremos en las próximas páginas.

En el paradigma esbozado, el comportamiento de un sujeto puede considerarse racional si repercute en la optimización de sus intereses, pero siempre de acuerdo con la información de que disponga.¹⁰ Una cuestión más profunda apunta entonces a las razo-

10 Cf. Aumann, R. J. (2006). *War and peace. Proceedings of the National*

nes últimas que subyacen a sus intereses. Para responderla sería necesario analizar toda la información almacenada en su genoma y en su conectoma (el conjunto de sus conexiones neuronales en un momento dado), los rasgos más significativos que ha heredado, sus experiencias más relevantes y la información más valiosa derivada de la situación a la que se enfrenta en ese momento específico. Además, parece fuera de toda duda que sus intereses a corto plazo podrían colisionar con sus intereses a largo plazo, y que la búsqueda de sus propios intereses debería combinarse con la consecución de los intereses comunes, tanto por el bien de la especie como por el suyo propio. Por ello, el conflicto entre egoísmo y altruismo no puede resolverse si no clarificamos el alcance temporal de la decisión. Un mayor nivel de racionalidad suele conllevar un nivel cualitativamente superior de información, por ejemplo cuando el sujeto adquiere conciencia de las implicaciones temporales concitadas por sus decisiones y advierte cómo pueden afectar a otros sujetos (o, no exentos de idealismo, a la humanidad como un todo) y cómo sus efectos pueden revertir sobre él mismo.

1.3.3. Verdad y totalidad

Si optáramos por desconfiar radicalmente del poder de la razón para obtener conocimiento, también deberíamos mostrarnos escépticos ante el alcance de cualquier otra facultad del espíritu humano, así como de todo producto de la mente o incluso de todo fenómeno del mundo. Esta actitud nos condenaría a un solipsismo infecundo, según el cual sería mejor no pensar nada y no decir nada, a fin de evitar caer en parcialidades y emitir juicios incompletos.

Semejante punto de vista es reminiscente de un grave problema al que se enfrenta la lógica hegeliana: la idea de que la verdad es el todo («*Das wahre ist das ganze*»), por lo que conocer lo particular, sin un conocimiento concomitante del todo, equivale virtualmente a no conocer nada. Pero, contrariamente a este supuesto, podemos descubrir proposiciones particulares cuyo valor de verdad no depende de nuestro conocimiento de la verdad total del universo.

Al identificar *verdad* y *totalidad* (tal que solo el todo puede ser verdadero), Hegel confunde la verdad *sobre* el todo con el todo *como* verdad. La verdad sobre cualquiera de las partes del todo es tan verdadera como la verdad sobre el todo. El todo únicamente refleja la categoría extensional de una proposición concreta, pero si nos circunscribimos a su valor de verdad, el enunciado $2+2=4$ es tan verdadero como «el universo en su totalidad se halla regido por cuatro fuerzas fundamentales». Toda verdad —con independencia de su constricción extensional— es tan verdadera en su propio dominio como cualquier otra verdad.

Cabría objetar a lo anterior que, por ejemplo, la teoría de la relatividad general cubre un rango más amplio de situaciones físicas que la mecánica clásica. Esta mayor extensión de enunciados potenciales confirmaría la intuición hegeliana de que las verdades fragmentarias son parcialmente falsas, dado que la mente humana, cuando únicamente conocía la mecánica newtoniana, era incapaz de anticipar un mundo más vasto y complejo de verdades, que solo despuntó tan pronto como se sentaron las bases de un nuevo modelo físico. Sin embargo, las restricciones de validez que afectan a la mecánica clásica, así como la evidencia de que la relatividad general supera estos límites, brotan de una raíz muy diferente. La relatividad no es «más verdadera» que la mecánica clásica por abarcar un mayor número de escenarios físicos, sino por su corrección intrínseca. De hecho, la teoría de Einstein también es válida en todos los casos contemplados por la mecánica de Newton; simplemente es poco práctico aplicar sus ecuaciones en esos sistemas, pues las discrepancias son muy pequeñas. Incluso si las observaciones y los experimentos no hubieran desvelado nuevos fenómenos que resultaban inexplicables desde un marco clásico, aún habría sido posible comparar las teorías de Newton y Einstein en escenarios físicos conocidos, para validar la corrección de la segunda con respecto a la primera.

Ciertamente, la posibilidad de conocer el todo incrementa el número de verdades aprehensibles. En consecuencia, debería permitirnos descubrir nuevas conexiones entre los fenómenos, y podría apremiarnos a reformular determinadas verdades que considerábamos firmemente establecidas. No obstante, y en su contexto de validez, el valor de una verdad no depende de la verdad del

todo. Tal y como puso de relieve Russell,¹¹ aunque lo complejo ha de presuponer lo simple, no existe la necesidad intrínseca de que lo simple presuponga lo complejo, porque lo complejo puede concebirse como un agregado de realidades simples, cada una de las cuales goza de independencia ontológica.

Lo simple presupondría lo complejo si y solo si fuera posible probar el determinismo absoluto en el universo. Entonces se evaporaría cualquier huella de lo contingente, y los agregados de lo simple (es decir, las sumas de las partes y de sus interacciones) emergerían como frutos inexorables de un orden predefinido, contenido *in nuce* en las etapas iniciales del universo y desplegado de acuerdo con un plan ineluctable. Empero, es imposible demostrar el determinismo absoluto, porque siempre podríamos justificar cualquier contraejemplo indeterminista desde la óptica del determinismo. Y, en lo que respecta al indeterminismo, también podríamos subordinar cualquier enunciado determinista a uno indeterminista. Existe, por supuesto, una incertidumbre cuántica fundamental, pero el mundo como un todo podría ser localmente no-determinista y globalmente determinista.¹² Además, hemos logrado descubrir esa incertidumbre básica y expresarla mediante un conjunto de ecuaciones que de algún modo la «circunscriben» (o, por paradójico que suene, la «determinan»).

Las reflexiones anteriores desembocan en uno de los mayores problemas filosóficos que cabe examinar: ¿existe algo más allá de los límites de nuestro conocimiento? El *noúmeno* o «cosa en sí» se

11 Cf. Russell, B. (2009). *The philosophy of logical atomism*; véase también Wittgenstein, L. *Tractatus logico-philosophicus* 4.2211, 5.134.

12 Para un modelo físico plausible de un universo localmente no—determinista y globalmente determinista, ver Hooft, G. T. (2007). A mathematical theory for deterministic quantum mechanics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 67, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.

13 Por otra parte, la ley de la finitud de la velocidad de la luz en el vacío no resuelve el dilema existente entre determinismo e indeterminismo. La imposibilidad de una transferencia instantánea de la información en el universo no implica que los eventos específicos no se encuentren determinados por la información transmitida tras el cono de luz (que podría considerarse, metafóricamente, como la «vanguardia» de la determinación en cuanto tal), aunque el proceso que genera dicha determinación acontezca a velocidad finita.

interpreta en la filosofía de Kant como expresión de esta dificultad insoslayable, referida a las fronteras del conocimiento humano y a su relación con la realidad extramental. Más que como concepto de un objeto, se entiende entonces como la enunciación de un problema imbuido de notable envergadura metafísica y gnoseológica: el de saber si puede o no haber objetos completamente independientes de la intuición; es decir, el problema de saber si podríamos conocer algo más allá de los límites exhibidos por la combinación de sensibilidad y entendimiento que define la facultad cognoscitiva humana.

Nadie puede pretender agotar, mediante la investigación científica, la totalidad del universo, el conjunto de sus actividades posibles, para llegar al fondo último e irreducible de la realidad. Sin embargo, es razonable suponer que, en el curso de nuestras indagaciones en los aspectos fundamentales de la materia y del pensamiento, somos capaces de alcanzar un conocimiento cada vez más aproximado de las estructuras y procesos fundamentales que constituyen la realidad, elementos que apuntarían a esa noción tan esquiva y con frecuencia confusa de *noúmeno*. Pero como nunca podremos excluir la posibilidad de que surjan nuevos interrogantes, nuevos vacíos de conocimiento, subsiste siempre un resto potencial, un límite asintótico al que tender, que convergería con el concepto de «verdad completa».

Por tanto, la pregunta sobre la existencia o inexistencia de algo más allá de los límites de nuestra intuición posible (tanto sensible como intelectual, tanto de nuestra experiencia como de nuestra lógica) se plantea de manera más fecunda si la formulamos de la siguiente manera: ¿podríamos en algún momento adquirir conciencia de los límites de nuestro conocimiento? El teorema de Gödel ha revelado uno de esos límites, y parece legítimo concluir que cualquier mente debería someterse a sus estipulaciones, por lo que ni siquiera un intelecto supremo franquearía la rígida barrera que establece a la hora de crear sistemas axiomáticos. En el plano empírico, como no tiene sentido excluir la existencia de algo simplemente porque rebase las fronteras de nuestra capacidad cognitiva (discutir sobre ese algo podría considerarse estéril, pero no estaríamos legitimados para negar su existencia hipotética), siempre cabrá la sospecha de que existe un mundo inconmensurablemente más vasto que el universo escrutado por nuestra mente y nuestros sentidos.

¿Qué hay entonces más allá de nuestro conocimiento presente? El horizonte potencialmente irrestricto de lo desconocido, cuya indefinición y cuya infinitud teórica no invalidan los conocimientos finitos atesorados. El desafío consistirá, por tanto, en entender cómo consigue la mente humana, pese a sus limitaciones, pese a encarar tantas y tan profundas dificultades (las constricciones espaciotemporales, la finitud de su experiencia, las dificultades del lenguaje, el carácter fragmentario de la información que posee, la fragilidad de su imaginación...), expandir su conocimiento del mundo y de sí misma y ganar gradualmente terreno a lo desconocido, conquistando nuevas verdades y nuevas percepciones sobre los límites de esas verdades. Además, tiene sentido creer que si, en el desarrollo de nuestras investigaciones, por mucho que ahondemos más en una determinada parcela de la realidad y del pensamiento, nos resulta imposible protagonizar un nuevo avance, o recabar información significativamente novedosa sobre esa esfera, quizás se deba a que hemos alcanzado definitivamente un límite del propio mundo o del propio pensamiento puro (mas no de nuestra capacidad cognitiva). Es hipotéticamente concebible que el progreso intelectual nos conduzca no a una equívoca teoría del todo (pues ¿cómo podríamos saber que hemos descubierto el todo sin salir de ese todo?; ¿y no estaríamos añadiendo algo a ese todo, si en verdad pudiéramos situarnos al margen de sus límites?), pero sí a un esclarecimiento prácticamente completo de un cierto dominio de la realidad y del pensamiento. En semejante situación, habríamos jalonado «la cosa en sí» dentro de ese dominio y de ese régimen conceptual. Sería iluso pensar, en cualquier caso, que hubiéramos agotado el dominio completo de la realidad y del pensamiento, pues, de nuevo, jamás podríamos adquirir la certeza absoluta de haber cubierto todos los dominios posibles.

Gracias a la obtención de verdades particulares y a la expansión del alcance del pensamiento, la razón puede liberar la mente humana de la opresión que ejercen los prejuicios y de la pobreza de su imaginación. No podemos imaginar, por ejemplo, una realidad tetradimensional, o un conjunto infinito mayor que otro conjunto infinito —como el cardinal de los números reales en relación al cardinal de los números naturales—, o un espacio-tiempo dotado de curvatura intrínseca, o una velocidad infranqueable... Sin embargo, la razón nos permite demostrar la verdad de estas proposi-

ciones. Es la victoria de la razón sobre la imaginación; la combinación de ambas facultades nos brinda un poder casi ilimitado.

Aunque no podamos captar la verdad completa del universo en la —conjeturada— finitud de nuestro intelecto, nada impide que protagonicemos humildes pero meritorios avances en los reinos del conocimiento y de la libertad. Así, lo aconsejable es adoptar una actitud adogmática, pero no escéptica, capaz de aceptar los conocimientos acumulados como elementos de un *continuum* que es la naturaleza, donde cada pieza agrega nueva información que no se diluye en la potencialidad infinita del conjunto, sino que, como en los conjuntos infinitos numerables, preserva su identidad y valor.

1.3.4. Postulados básicos para una teoría del conocimiento

En su exploración del universo, la ciencia asume ideas infalsables, a modo de premisas que no pueden fundamentarse sobre evidencias previas. Una de ellas —y sin duda la más relevante— es la que postula la inteligibilidad del universo, pilar de toda búsqueda científica. La clase de sus potenciales falsadores se halla necesariamente vacía, porque si nos viéramos obligados a admitir una afirmación ininteligible sobre un hecho ininteligible, la ciencia, concebida como un juego del intelecto en el que establecemos una serie de reglas convencionales para comprender los procesos de la naturaleza, tendría que reconocer su irremisible fracaso. Cesaría así de aplicarse a ese objeto en cuestión, y habríamos entonces de aceptar que la ciencia carece de poder explicativo para abordar una determinada parcela de la realidad, por lo que quizás debiéramos comenzar otro juego, cuya esencia diferiría de la acepción más común de ciencia.

La ciencia, en suma, opera desde la convicción apriorística de que el mundo es inteligible. La inteligibilidad se alza así como condición de posibilidad de la investigación científica, premisa que parece inevitable si aspiramos a embarcarnos en la aventura del conocimiento. La cantidad de presupuestos básicos puede minimizarse en virtud del progreso teórico y empírico, pero nunca eliminarse por completo. Además, siempre persisten postulados lógicos, como la legitimidad de agrupar elementos en clases, y en clases de clases (en términos aún más abstractos, este postulado

entraña la posibilidad de categorizar). Aun reducidos en número y flexibles en naturaleza, no pueden erradicarse.

En cualquier caso, si por «inteligibilidad» entendemos la «susceptibilidad de formalización mediante proposiciones consistentes», no debemos olvidar que las leyes de la lógica y las relaciones de consecuencia que articulan el pensamiento humano no representan juicios sintéticos *a priori*, sino proposiciones analíticas. Se limitan a plasmar esquemas lógicos, axiomatizaciones que el pensamiento aplica inexorablemente a la realidad. En el fondo, se amparan en el hecho de que somos humanos, por lo que el presupuesto de inteligibilidad del mundo simplemente expresa la posibilidad de ejercer el uso de nuestra mente. En estas reglas cristaliza entonces la evidencia inapelable de que poseemos una mente, y de que tenemos derecho a utilizarla y a categorizar el mundo de acuerdo con sus posibilidades.

Desde esta perspectiva, el conjunto fundamental de presupuestos que emplea la razón científica converge sustancialmente con la idea de que resulta legítimo realizar un examen lógico del mundo, pues establecemos apriorísticamente la posibilidad de que la mente logre aprehender la estructura y el funcionamiento de la naturaleza. Es decir, consideramos legítimo correlacionar, biyectivamente, el conjunto de los potenciales objetos del mundo (M) con el conjunto de las potenciales representaciones mentales que se refieran a ellos (R), tal que $M \rightarrow R$. Y, en segundo lugar, postulamos también el máximo grado posible de elasticidad en los conceptos que la mente elabora a partir de su interacción con el mundo y con sus propias disposiciones internas.

Los dos postulados básicos que guiarán nuestras indagaciones pueden entonces expresarse de la siguiente manera:¹⁴

- 1) Los fenómenos de la mente reflejan las leyes y la estructura de la naturaleza.
- 2) No existen conceptos irreversibles (o cualquier otra clase de producción creada por la mente humana).

14 En otro trabajo me he referido a estos dos postulados para una teoría del conocimiento compatible con la investigación científica. Cf. *Grandes problemas filosóficos*, 30.

De acuerdo con el primer postulado, no es necesario admitir una esfera trascendental en la que subsistan las esencias puras, reminiscente de un *kosmos noetikós* platónico poblado por ideas inmutables, sino que todo concepto, sin importar el grado de sofisticación y de aparente desconexión con la realidad empírica que exhiba, dimana de la actividad creadora de la mente. Por tanto, reproduce, directa o indirectamente, la estructura y el funcionamiento del universo, su despliegue espaciotemporal, su rango de complejidad y de posibilidades.

El segundo postulado establece que no existen límites *a priori* para la creatividad de una mente capaz de franquear —*ex hypothesi*— cualquier clase de determinación. Excluye así la existencia de categorías *a priori*, al menos si se conciben como nociones irreformables (o, en terminología kantiana, como «universales, necesarias y ciertas»), pues estima que semejantes conceptos puros del entendimiento cercenarían el poder de autocorrección y de perfeccionamiento del espíritu humano. El segundo postulado encapsula entonces una profesión de fe en la infinita perfectibilidad del entendimiento y de la imaginación, en las posibilidades irrestrictas de una mente siempre susceptible de sobreponerse a lo dado y a las representaciones heredadas. La única frontera vendría dada por el mundo, contemplado como inexorabilidad, esto es, como un postulado en sí mismo, cuya constitución impone leyes y estructuras fundamentales a las que en último término remiten las categorías alumbradas por la razón y por la imaginación. Así, la hipotética contradicción entre ambos postulados se diluye cuando advertimos que la creatividad de la mente, por extraordinaria que la juzguemos, por mucho que admiremos su habilidad para superarse y trascender inercias de modo potencialmente infinito, tropieza con un límite irrevocable, con una barrera hierática e insumisa: el mundo como totalidad absoluta (el debate sobre su finitud o infinitud no afecta a estas consideraciones, pues aunque fuera finito, en principio no podríamos conocer nada externo al mundo, por lo que el mundo se alzaría como límite ontológico y gnoseológico que jamás rebasaríamos).

La validez de estas asunciones solo podrá dirimirse por sus efectos, según su potencial explicativo. Afortunadamente, se trata de prejuicios exiguos en número, autocorrectivos y maleables. Pueden valorarse como reglas heurísticas inicialmente dadas,

modificables si las evidencias empíricas o la eclosión de inconsistencias formales obligasen a refutar algunos de sus elementos básicos. No tienen por qué contemplarse entonces como juicios sintéticos *a priori* kantianos. De hecho, nuestro enfoque rechaza vigorosamente la existencia de esos hipotéticos juicios sintéticos *a priori*, es decir, de juicios capaces de ampliar nuestro conocimiento sin fundarse en la experiencia. La noción de un juicio sintético *a priori* se nos antoja tan contradictoria como la de un juicio analítico *a posteriori* (pues es imposible que la información extraída de la experiencia sea una mera tautología, dado que el transcurso del tiempo siempre añade información, y nunca podría repetirse exactamente la misma experiencia). La idea de que el mundo es inteligible, y de que es posible formalizarlo mediante herramientas lógicas perfectibles y aptas para subsumir la heterogeneidad de los fenómenos empíricos, no constituye en sí misma un juicio que expanda nuestro conocimiento, sino un prejuicio indispensable y fructífero, cuyos límites solo podrán evaluarse de acuerdo con el éxito de nuestros esfuerzos cognitivos.

Si omitimos de nuestro análisis los juicios matemáticos (donde, en efecto, reconozco que comparece una síntesis de intuición y concepto, de construcción y deducción, de imaginación y lógica; por ello nos referiremos a las matemáticas como «imaginación racionalizada» en la siguiente sección), considero prescindible admitir la existencia de juicios sintéticos *a priori* en cualquier rama del conocimiento. La investigación empírica ha revelado que proposiciones del tipo «en todas las modificaciones del mundo corpóreo permanece invariable la cantidad de materia», o «en la transmisión del movimiento, acción y reacción son siempre iguales», que Kant menciona expresamente como ejemplos de juicios sintéticos *a priori*, no son ni necesarias ni universales ni certeras. Carecen, así pues, del carácter *a priori* que el filósofo de Königs-berg pretende atribuirles. Podríamos haber llegado a una conclusión similar sin invocar los resultados de las ciencias naturales, porque incluso sin apelar a la física experimental, teóricamente habría sido posible inferir que el concepto de «cantidad de materia» no tenía por qué agotar nuestra comprensión de aquellos sistemas donde los cuerpos se hallan sujetos a modificaciones, dado que es perfectamente concebible que existan conceptos aún más fundamentales que el de masa, cuyo examen quizás subraye la in-

suficiencia del principio de conservación de la cantidad de materia para dilucidar la evolución de un sistema físico. Análogamente, la idea de que acción y reacción han de ser iguales, como establece la tercera ley de Newton, no puede consagrarse como un juicio *a priori*, indispensable para la racionalización de un sistema físico, esto es, para la formalización mediante la cual el entendimiento humano somete la multiplicidad fenoménica a una unidad inteligible, sino como una verdad susceptible de validación empírica, pues podría ser falsa, caso que exigiría emplear otros principios explicativos. Estas proposiciones representan, por tanto, juicios puramente sintéticos, sometidos al riguroso escrutinio de la experiencia y de una formulación adecuada que los inserte en una exposición sistemática de nuestros conocimientos sobre física.

Ni siquiera identificamos atisbos de esos conjeturados juicios sintéticos *a priori* en proposiciones metafísicas de aparente necesidad, universalidad y certeza, como «el todo es mayor que la parte». Pues, en efecto, podemos discernir un todo que sea igual a la parte, como ha puesto de relieve el estudio de determinados conjuntos infinitos desde la obra pionera de Cantor. Además, cualquier conjunto tiene como subconjunto el conjunto vacío; pero en un conjunto vacío es ineluctable que la cardinalidad del todo —el conjunto— equivalga a la de la parte —el subconjunto—. La validez de la proposición dependerá, en suma, de cómo definamos el «todo».

La postura de Kant conduce inevitablemente al solipsismo, porque la tríada de universalidad, certeza y necesidad que busca con tanta vehemencia lo lleva a la conclusión de que estas tres notas, capaces de garantizar la robustez de nuestros conocimientos, dimanen en realidad del sujeto, al proceder de las estructuras internas y apriorísticas de su entendimiento. Por ello, no hay ninguna garantía de que existan con independencia del sujeto. Esta laguna contradice el carácter mismo de lo necesario, universal y certero, pues significa que no podemos encontrar tan ansiadas propiedades fuera de nosotros mismos, quienes al fin y al cabo no constituimos más que una parte ínfima del universo, una porción que, por sí sola, no puede asegurar la validez categórica de sus proyecciones subjetivas. Solo una mente que hubiera logrado contemplar la totalidad del universo y la totalidad de ideas posibles, solo una mente que tuviera a su disposición el elenco completo de formas

potenciales que pueden adoptar la realidad y el pensamiento, podría enorgullecerse de haber coronado el descubrimiento de las auténticas propiedades universales, necesarias y certeras. El espíritu humano, obligado a navegar entre la finitud y la incertidumbre, solo puede aspirar a tender asintóticamente hacia esa meta tan noble como recóndita, mediante la elaboración de sistemas conceptuales flexibles, rigurosos y autocorrectivos que subsuman el máximo número posible de objetos y relaciones para identificar, en el estudio de los procesos mentales y materiales, conexiones firmes y diseñar modelos amplificativos, paulatinamente más intensos (esto es, profundos) y extensos (esto es, universales).

En consecuencia, no hay por qué aceptar juicios sintéticos *a priori* para dar razón de la posibilidad de la ciencia. Una proposición no necesita revestirse de universalidad, necesidad y certeza para aportar verdadero conocimiento (parece, de hecho, imposible vislumbrar esa certeza indubitante más allá de juicios puramente analíticos, que enmascaran grandiosas tautologías). Lo importante es que seamos capaces de formular enunciados con sentido que subsuman el mayor número posible de referentes, tal que, en un elenco relativamente pequeño de proposiciones consistentes, logremos condensar la máxima cantidad posible de información sobre los objetos al alcance de nuestra experiencia, real o posible. El intento kantiano de fundar con solidez el vasto edificio de las ciencias es loable, pero en su desnudo introduce una serie de apriorismos que desnaturalizan la propia actividad científica. Por supuesto, es preciso comprender cómo funciona la mente humana en sus distintas facultades —razón, imaginación...— para conquistar el formidable logro de las ciencias naturales (motivo por el que profesamos grandes esperanzas en los resultados de las investigaciones neurocientíficas y cognitivas), pero la esencia de la labor científica se esclarece, ante todo, si prestamos atención a la metodología de trabajo que siguen los propios científicos, al procedimiento que ha permitido protagonizar descubrimientos tan importantes y multiplicativos, a la manera en que la mente diseña modelos susceptibles de englobar, de una forma cada vez más profunda y meticulosa, la exuberante variedad de fenómenos presentes en el universo.

No podemos entonces considerar el entendimiento como la legislación de la naturaleza, tal y como propone Kant, sino como

una facultad en reciprocidad constante con los fenómenos de la naturaleza, de los que se afana en extraer patrones y regularidades, formas que subsuman lo diferente en esquemas comunes. La unidad de la apercepción solo puede contemplarse como el fundamento de la regularidad fenoménica en primera instancia (que convergería con la esfera trascendental kantiana). Un análisis más profundo revelará que esa capacidad de unificación de lo diverso —característica que probablemente constituya la propiedad más fecunda y admirable de la mente humana— no impone *a priori* orden y regularidad en la naturaleza, más allá de los requisitos formales de consistencia lógica; más bien posee la habilidad de inferir universalidades potenciales desde particularidades dadas, gracias a reflejar el despliegue mismo del mundo, su desarrollo espaciotemporal, con el que se halla en intercambio recíproco constante. La relación causal entre el mundo y la mente, a través de la sensibilidad, no puede, en suma, ser impuesta *a priori* por las formas internas de mi subjetividad. Necesito aceptar que los objetos actúan causalmente en mí a través de la experiencia; de lo contrario, jamás identificaría un enlace lógico entre mi mundo y el mundo, entre mi esfera subjetiva y la objetividad extramental que me esmero en conocer.

De nuevo, es preciso insistir en que, según nuestro modelo, la mente no impone despóticamente categorías a la realidad, sino que procesa la información recibida del mundo a través de categorías lo suficientemente flexibles como para adaptarse a cualquier manifestación posible de lo real.

En la siguiente sección, dedicada a discutir la naturaleza y el alcance de las explicaciones científicas, nos detendremos en estos aspectos y en otras cuestiones estrechamente relacionadas con la validación del conocimiento.

II. EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y EL OBJETO DE LA INTEGRACIÓN

En esta sección plantaremos el horizonte de la integración del conocimiento desde la perspectiva de las categorías centrales que, en cada rama del saber, ofrecen mayor potencial unificador. Elucidarlas adecuadamente y poner de relieve los lazos de continuidad que auspician entre parcelas aparentemente heterogéneas de la realidad representa una tarea de enorme relevancia, a la que la filosofía puede contribuir de manera importante.

Sin pretender imponer apriorismos filosóficos a la investigación científica (que no necesita de ningún aval metafísico para continuar incrementando el acervo cognitivo de la humanidad), nuestro método puede concebirse desde un punto de vista formal y desde un ángulo material. En el primer caso, consiste en identificar las nociones dotadas de mayor poder explicativo para cada área del saber y del pensamiento; en el segundo, aparece como un vasto mecanismo lógico y causal, que aspira a buscar itinerarios explicativos aptos para mostrar lazos de continuidad entre los distintos ámbitos de la naturaleza.

Su presupuesto estriba, ciertamente, en la aceptación de una continuidad y de una lógica intrínseca en los procesos naturales. Sin embargo, cabe admitir sin demasiadas asunciones que existe una continuidad lógica y ontológica entre los objetos de estudio propios de las diferentes disciplinas del saber humano. La parcelación de sus intereses respectivos obedece a motivos meramente prácticos, porque conforme aumenta el caudal de conocimientos que atesoramos sobre el mundo, sobre su estructura, su funcionamiento y su desarrollo, nos resulta más sencillo percibir la profunda continuidad que existe entre todos los objetos de la naturaleza —incluido el pensamiento—. Grandes marcos conceptuales, como la física cuántica (capaz de unificar la física microscópica

y la química) y la teoría de la evolución (que ofrece una perspectiva unitaria de todos los fenómenos biológicos desde el punto de vista de su historia natural y de las modificaciones sucesivamente adquiridas), han permitido entender de forma más completa y rigurosa esta íntima conexión que vincula todos los objetos del mundo natural. Dado que la mente siempre puede concebir un objeto o una suma de objetos como un todo unitario no hay razones apriorísticas que impidan considerar la totalidad de fenómenos susceptibles de análisis como un vasto *continuum*, que la mente aprehende desde idénticos parámetros lógicos. Es la responsabilidad de una teoría del conocimiento elucidar esos parámetros y proporcionar un marco global unificador.

2. La explicación científica

2.1. Imaginación, razón y experiencia

De las grandes revoluciones que ha protagonizado la humanidad, la científica se halla revestida de una trascendencia filosófica incomparable.

Si «el amor a la sabiduría» tiene como objetivo la búsqueda y la comprensión de la verdad en sus diversas expresiones, es innegable que la ciencia empírica nos ha proporcionado el mayor número de verdades demostradas sobre el mundo. Ciertamente, toda alusión a la idea de progreso depende del marco de referencia que fijemos, pero si apelamos a la cantidad y a la calidad de la información adquirida, es indudable que hemos progresado científicamente, tanto en el número de verdades como en la comprensión de su significado y de sus conexiones. Así, la aspiración filosófica a entender el universo físico y humano desemboca armoniosamente en el cultivo de la ciencia. Se trata, claro está, de una profundización en la perspectiva racional que —con notables precursores— amaneció en el seno de la civilización griega y se consolidó en las postrimerías del Renacimiento.

Sin embargo, delimitar la frontera entre la ciencia y la no ciencia resulta más complicado de lo que podría pensarse a simple vista. Disciplinas otrora consideradas científicas, como la frenología, han sido expulsadas del exigente reino de la ciencia. ¿Cuáles son,

por tanto, las características fundamentales de la ciencia, cuyo examen debería ayudarnos a distinguirla de la no ciencia?

De forma sucinta, la ciencia aúna evidencia e imaginación: el dato y la hipótesis, la experiencia y la razón, la escrupulosa sujeción al hecho y el ejercicio de la libre creación del espíritu. La elaboración de hipótesis no es, en cualquier caso, un juego puramente arbitrario, pues demanda consistencia formal y una cierta —si bien no determinable *a priori*— coherencia con los datos previos. El estímulo externo para el desarrollo de una hipótesis es el fenómeno, que clama por ser desentrañado racionalmente; el motor interno es la búsqueda de coherencia con los fenómenos ya conocidos y con las elaboraciones teóricas vigentes, como ocurrió con la creación de la relatividad generalizada, fruto del empeño de Einstein por extender el principio de relatividad a los marcos de referencia no inerciales.

Es en esta fructífera síntesis de empirismo y racionalismo donde reside la fuerza de la ciencia moderna y de su vigoroso método de acceso al conocimiento. Lejos de limitarse a la mera observación, la ciencia cuestiona críticamente la realidad, y al no circunscribir su radio de acción al simple recopilatorio de evidencias, propicia el descubrimiento de escenarios no presagiados. El valor explicativo se manifiesta así como justificación de lo constatado y como predicción de lo constatable.

No estamos, por ello, ante un proceso ciego. De hecho, puede trazarse una analogía entre el método de invención científica y el proceso general de la creatividad humana, donde lo «inconsciente» coexiste con la atención consciente focalizada, con la selección racional, que periódicamente se desinhibe mediante tratamientos inconscientes, reveladores de originales formas de combinación y de transformación de nuestras representaciones mentales. La mente creativa opera, en suma, guiada por la retroalimentación de conciencia e inconsciencia, cuyos resultados son seleccionados según determinados filtros internos (preferencias, motivaciones, experiencias, intuiciones...) y externos (influjo culturales, tradiciones asimiladas...).

Por supuesto, en las ciencias más consolidadas es posible discernir un marco de referencia definido con mayor robustez y unas reglas de juego expresadas con mayor claridad. En ellas, las evidencias disponibles y los conocimientos acumulados no pueden

desdeñarse en aras de una imaginación expansiva, que se enseñoree de las representaciones mentales y las reorganice arbitrariamente. Sin embargo, el límite entre lo dado y lo posible es siempre borroso y elástico. En las artes, ese marco es aún más difuso y plástico, porque el creador puede muchas veces prescindir de multitud de datos recibidos y lanzarse a desplegar un ejercicio auténticamente libre e innovador.

Así, los mecanismos cognitivos subyacentes a la creación de nuevas ideas están llamados a constituir un tema de investigación prioritario, porque el ser humano se caracteriza por manifestar una capacidad asombrosa de adaptación al mundo mediante la adaptación creativa del mundo a sus propios intereses y aspiraciones. Presenciamos entonces un proceso de autoinvención que, desencadenado por circunstancias externas y por impulsos internos, libera las más fecundas energías al alcance del hombre.

En los albores de la conciencia reflexiva, la imaginación fue la fuerza mental predominante en nuestra aproximación al mundo. Dotado de un intelecto inquieto e inquisitivo, el hombre prehistórico no sentía pudor alguno a la hora de proyectar sus deseos y fabulaciones antropomórficas para representarse el universo que lo acogía y circundaba. Con el desarrollo de la civilización y el progreso de la tecnología, la humanidad aprendió paulatinamente a conjugar el vigor de su imaginación con los cánones de una racionalidad que tímidamente se abría paso entre la espesura del mito y la leyenda.¹⁵ En las grandes civilizaciones de la Antigüedad,

15 La mitología cumplió un importante papel histórico: el de avivar la especulación en torno a las grandes preguntas. «¿Cómo se sostienen los astros en el firmamento?» pudo preguntarse el hombre primitivo. Las distintas mitologías crearon relatos, explicaciones semirracionales que justificaran este fenómeno tan subyugante. En ausencia de conocimientos más profundos sobre las leyes y regularidades de la naturaleza, era inevitable que eclosionaran fabulaciones sobre, por ejemplo, cómo las estrellas colgaban de una bóveda, cual lámparas inverosímiles. Gracias al desarrollo del pensamiento científico, la exuberancia de la imaginación humana se fundió con la solidez de la argumentación racional y con la firmeza de las evidencias empíricas para alumbrar teorías que, como la de Newton, concebían una fuerza de gravitación universal capaz de ligar a distancia los cuerpos celestes (o, en la relatividad general, la idea de un espacio-tiempo de curvatura intrínseca). Así, se redujo el mínimo de presupuestos, se aquilataron las conexiones entre las premisas y las consecuencias y se optimizó la incorporación de los datos empíricos.

de Sumeria a Egipto y de la India a China, despuntó la luz de un acercamiento al mundo que, pese al abrumador peso relativo que aún ostentaban los productos de la fantasía, comenzaba sin embargo a coexistir con un tratamiento más objetivo de determinadas cuestiones, dado que sociedades más complejas demandaban una organización más racional y eficiente. En los conocimientos matemáticos, astronómicos y técnicos de éstas y de otras civilizaciones pioneras contemplamos los inicios de un esfuerzo heroico por comprender, ordenar y crear, donde la racionalidad acabó por imponerse gradualmente. Sus hitos arquitectónicos, sociales y artísticos evidencian un progreso reflexivo extraordinario. De hecho, tan importante como la ciencia para el desarrollo del espíritu humano ha sido la escritura, precoz invención de sumerios y egipcios, sin cuyas virtudes es altamente improbable que se hubiera consolidado la empresa civilizatoria. Aunque solo con Grecia destellase la racionalidad demostrativa, esto es, la racionalidad que es consciente de su propia racionalidad y que ambiciona probar el contenido de sus enunciados, pecaríamos de una imperdonable ceguera histórica si no apreciáramos con justicia los logros de otros pueblos, pues también impulsaron decisivamente la evolución de la cultura.

En cualquier caso, hubo que esperar hasta el Renacimiento y la aurora de la Edad Moderna para que la imaginación y la racionalidad se combinaran adecuadamente con la investigación empírica. El método científico, que con tanta fecundidad aplicaron Galileo y Newton, constituye una brillante síntesis de, por un lado, imaginación y racionalidad (el polo interno y creativo, capaz de gestar hipótesis y conjeturas) y, por otro, ímpetu experimental (el polo externo e informativo). Platón y Aristóteles cultivaron la racionalidad de manera eximia, pero no supieron conjugar convenientemente su deslumbrante capacidad especulativa con los datos suministrados por una investigación empírica rigurosa, sistemática y metódicamente orientada. Cuando la mente humana descubrió el valor concitado al integrar imaginación, racionalidad y experiencia, penetró en el sanctasanc-tórum de la búsqueda de la verdad, porque construyó un método prácticamente infalible a la hora de expandir nuestro saber sobre el mundo y sobre nosotros mismos. La potencia creadora de la imaginación, la pujanza ordenadora de la racionalidad y la fuerza acumulativa de la experiencia dieron así lugar a la ciencia

moderna, nuestro instrumento más fértil para alcanzar conocimientos objetivos.¹⁶

El desarrollo de la mente humana obedece a un patrón amplificador. Imaginación, razón y experiencia jamás han discurrido como líneas independientes, porque en todo momento el ser humano se ha visto obligado a valerse de estas tres formidables facultades de su espíritu. Aunque en determinadas épocas una haya primado sobre las otras, jamás han sido fuerzas sustitutivas, sino que siempre se han complementado de una u otra forma. El éxito de la ciencia moderna reside precisamente en la destreza con la que ha conciliado estas tres potencias de la mente humana. Una inteligencia que se limitase a añadir nuevas informaciones empíricas pero renunciase a ordenarlas y a discernir los patrones subyacentes, las leyes universales que trascienden las situaciones específicas, no podría contribuir al progreso de la ciencia. Análogamente, la razón, mediante la solidez inquebrantable de la inferencia lógica válida, se estancaría en su deseo de comprender el mundo y de concebir el futuro si no se sirviera del brío creador de la imaginación humana. Mas una imaginación ensimismada, desasida de todo contacto con la criba de la razón y el filtro de la experiencia, podría quizás cultivar el arte, pero no la ciencia y la organización social. Con la ciencia moderna, la imaginación creadora, la racionalidad en sus expresiones más puras (lógicas y matemáticas) y la investigación empírica se fusionaron armoniosamente, en una profunda e inspiradora manifestación de sabiduría amparada en una eficiente división del trabajo mental.

Así, puede decirse que la evolución intelectual de la humanidad no ha exigido anular determinadas facultades de nuestra mente, sino integrarlas en un delicado equilibrio, a fin de explotar sus ventajas diferenciales.

16 Es osado, en cualquier caso, pensar que existe un único «método científico», perfectamente definido y conscientemente asumido por cuantos cultivan las ciencias naturales. En el desarrollo de sus investigaciones, el científico sólo se ve obligado a respetar unos requisitos básicos de consistencia lógica y de validación empírica de sus ideas. Aquí reside el verdadero método científico en su acepción menos ambigua y en su proyección más universal. Los itinerarios particulares que recorra no tienen por qué obedecer a reglas generales, sino a combinaciones diversas de intuición, imaginación, razonamiento y estudio de las evidencias existentes. La meta está clara: elaborar una explicación consistente y validable; el camino es libre.

2.2. El diseño de modelos científicos

Tratar de comprender el mundo conlleva desarrollar modelos que reflejen sus características fundamentales de la manera más fiel posible. El progreso del entendimiento humano sobre el mundo puede entonces concebirse como el diseño de modelos más aproximados, que nos permiten captar propiedades más profundas y universales de las distintas parcelas de una realidad —externa o interna— cuyos secretos nos afanamos en sondear con la luz de la razón.

En este sentido, cualquier proyecto cognoscitivo converge metodológicamente. No importa que contemplemos el mundo desde la lente de las humanidades, de las disciplinas sociales o de las ciencias naturales; cambiará el objeto específico de estudio, pero no las constantes esenciales del método que nos guíe hacia una comprensión más ajustada de la realidad. En todas estas disciplinas nos veremos obligados a alumbrar modelos conceptuales sustentados sobre un número finito de premisas y vertebrados por determinadas categorías básicas, susceptibles de combinarse mutuamente y de expandir el potencial explicativo de nuestro esquema.

Por tanto, podemos definir una ciencia como un conjunto de principios validados de los que cabe deducir proposiciones correctamente referidas a un dominio de hechos. El número de principios sólidamente establecidos no tiene por qué permanecer inmutable: nuevos hechos o nuevas interpretaciones de los hechos pueden propiciar, inductivamente, la elevación de ciertas proposiciones a la categoría de principios de esa ciencia. La ciencia emerge así como la aplicación de la racionalidad a la búsqueda de explicaciones convincentes sobre una parcela de objetos.

Esta aproximación a la naturaleza de la ciencia incluye tanto las ciencias naturales como las ciencias humanas y sociales. De la física de partículas a la fonética histórica, cualquier ciencia merecedora de tal nombre se esmera en ofrecer explicaciones validables sobre hechos (procesos naturales, hechos sociales, estados psicológicos, plasmaciones de la creatividad humana en documentos históricos y en producciones estéticas...), mediante observaciones (destinadas a constatar cómo se presenta la naturaleza en su inmediatez y cómo semejante evidencia se relaciona con los enunciados de la teoría) y experimentos (observaciones de segundo grado, o que requieren un diseño artificial y reproducible para modificar las condiciones

de contorno habituales de los fenómenos de la naturaleza y someter los principios de la teoría a nuevos contextos de validación).

Las proposiciones de las ciencias humanas y sociales son válidas, eso sí, en su dimensión de pasado y de presente. Una explicación social o humanística gozará de mayor solidez científica si justifica adecuadamente —según la información disponible— hechos presentes o pretéritos. Sin embargo, y dada la exuberante complejidad del comportamiento humano, resulta prácticamente imposible efectuar predicciones sobre la evolución futura de los sistemas que abordan estas disciplinas; como mucho lograremos esbozar predicciones blandas, pero es difícil pensar en la fiabilidad de las predicciones fuertes, que sean auténticamente capaces de anticipar con precisión la conducta de individuos y colectividades, pues semejante meta exigiría descubrir leyes históricas y psicológicas que trascendieran las incalculables e imbricadas condiciones subjetivas, espaciales y temporales asociadas a un escenario antropológico específico.

En las ciencias formales, como la lógica y la matemática, los principios se establecen axiomáticamente y no han de inducirse de la confrontación con la realidad externa al sujeto pensante. Pero más allá del origen de sus principios y del modo en que se elaboren sus objetos, estos campos del conocimiento pretenden, al igual que las ciencias empíricas (naturales y humanas), explicar cómo se entrelazan los principios y los hechos que caen bajo su dominio de estudio.

En consecuencia, un modelo científico debe constar de al menos dos tipos de elementos: unas categorías básicas y unas conexiones que las vinculen oportunamente, para así ofrecer una escala de fundamentaciones que justifique la interdependencia de las proposiciones pertenecientes a esa rama del conocimiento. Enfrentado a la realidad, el modelo deberá aquilatararse: tendrá que ampliarse, reducirse o preservarse, incólume. De hecho, son pocos los casos en que un modelo directamente surgido de la mente, casi sin contacto con el mundo, venturosamente enajenado de lo empírico, expande de modo automático nuestra comprensión del universo que nos rodea y conquista una representación fiel y completa de la realidad. Por lo general, los modelos necesitan perfeccionarse, retroalimentados por la información que procede del mundo.

Todas las ramas del saber y del pensamiento comparten una voluntad pareja de ensanchar nuestra comprensión de ciertas parcelas

de la realidad natural, psicológica y social. Como modelos mentales, pueden considerarse ejercicios libres y creativos del pensar. Lo que en ellos primará será por tanto la profundidad y versatilidad de sus juegos conceptuales, esto es, su capacidad para constituir sistemas de categorías completos, universales y cohesionados. Hablamos, lógicamente, de una situación ideal, de la aspiración a comprenderlo todo y a subsumirlo todo en el seno de un sistema de pensamiento, deseo que siempre representa un límite, probablemente inasequible para el entendimiento humano. Sin embargo, lo importante es percatarse de que la única condición de contorno verdaderamente útil a la hora de diseñar un modelo mental de la realidad no es otra que la ausencia de contradicciones internas. Gravitamos entonces en la órbita del sentido, del pensamiento puro, gozosamente recreado en el libre y placentero ejercicio de la imaginación. No existen fronteras claras para esta posibilidad de pensar sin ninguna restricción conceptual, más allá de las impuestas por los principios de identidad y de no contradicción. Ni siquiera la pretensión de elaborar un modelo completo se yergue como una brújula auténtica, porque la mente puede conformarse con diseñar modelos parciales, que se limiten a ordenar un conjunto de propiedades deducidas o inducidas y a trazar sus conexiones potenciales.

De nuevo, en este aspecto no difieren sustancialmente las ciencias de las humanidades. El criterio de coherencia se aplica a todas sus construcciones conceptuales, a todos sus modelos, pues en ellos siempre encontraremos unas proposiciones iniciales y unas reglas de transformación que nos permitan transitar hacia otras proposiciones, exentos de fisuras lógicas. Las condiciones de contorno vendrán dadas por la envergadura de nuestras ambiciones, esto es, por la magnitud del sistema —real o imaginario— que anhelemos examinar.

En lo que respecta a la validación de estos modelos, desembocamos en exigencias análogas. En todas las situaciones nos hallamos en la necesidad de contrastar nuestro modelo con la parcela de la realidad que estudiamos. Contrastar significa aquí establecer relaciones binarias —idealmente biyectivas— entre el modelo y una parcela de la realidad. Las relaciones no tienen por qué dibujarse entre elementos particulares del modelo y elementos particulares de la realidad. Podemos, de hecho, escoger un conjunto de proposiciones legítimamente deducidas de ese modelo y seleccionarlo —favorable o negativamente (el término «neutro» no es aquí válido, pues

implicaría incapacidad de decidir, negligencia epistemológica, por lo que deberíamos centrarnos en otra parte del modelo, que sí fuera susceptible de decisión)— sobre la base de ciertos elementos del sistema real (esto es, del conjunto arbitrariamente demarcado del mundo) y, en vez de validar cada elemento por separado, contrastarlos en grupos. Sin embargo, el sistema que hemos convertido en nuestro objeto de estudio (y, nuevamente, el calificativo «real» no debe ocultar que la mente humana puede estudiar, hipotéticamente, cualquier sistema, tanto del mundo externo como del mundo interno a la mente humana y a sus elaboraciones psicológicas y sociales) ostenta un privilegio: a diferencia de lo que ocurre con el modelo mental, cada elemento del objeto real de estudio puede seleccionar individualmente grupos de proposiciones del modelo, e incluso el modelo como un todo. Pues basta, evidentemente, con un solo elemento real que contradiga nuestro modelo para invalidarlo en sus aspiraciones universales —tal y como se colige del *modus tollens* en lógica—, si bien no en sus aspiraciones más restringidas, por ejemplo, si el modelo se refiere a un subsistema dentro del sistema real, al que no pertenezca el elemento en cuestión que lo contradice.

De forma esquemática, y como hemos señalado antes, cabe sostener que cualquier aplicación del método científico al estudio de un fenómeno del mundo conlleva encontrar una proposición que refleje una situación dada de la manera más fidedigna posible. Semejante proposición se amparará en factores explicativos fundamentales que, en la mayoría de los casos, simplemente tomará como presupuestos, sin necesidad de elucidar todo el itinerario demostrativo que conduce hasta ellos a partir de principios precursores.

Desde esta perspectiva, la elaboración de un enunciado científico puede interpretarse como el diseño de una función cuya estructura satisfaga las condiciones impuestas por el dominio de la realidad que deseamos aprehender. En toda función es necesario distinguir al menos dos elementos: el objeto sobre el que se aplica y las reglas operativas que comporta. Por ejemplo, si aplico la segunda ley de Newton para entender cómo la fuerza de rozamiento ejercida por el suelo afecta al desplazamiento de un bloque de piedra a lo largo de un plano inclinado, lo que hago es construir una función cuyo argumento reside en las variables físicas relevantes de ese cuerpo en concreto, contextualizado en unas condiciones de contorno que delimitan el rango del problema. La función apli-

cada me proporcionará las reglas operativas que gobiernan el fenómeno. Por tanto, y en términos más fundamentales, la función puede asimilarse a las leyes de la naturaleza (la *forma* del universo), mientras que el argumento converge con el objeto específico de la naturaleza que intentamos investigar (su *materia*).

Toda explicación científica nos brinda los elementos de un mecanismo que resultan necesarios y suficientes para comprender un fenómeno de la naturaleza. Por mecanismo entendemos la secuencia espaciotemporal que, desde un punto de partida selectivamente fijado hasta un punto de llegada igualmente convenido, contiene la información necesaria y suficiente sobre los elementos de la realidad involucrados en esa situación particular. La explicación científica estribará entonces en la proposición de un mecanismo contrastable. Como la ciencia versa sobre fenómenos materiales (es decir, susceptibles de ser referenciados en un marco bien definido), podemos asignar a los elementos fundamentales de ese mecanismo posiciones en un marco de referencia constituido por valores homogéneos, diseñados sobre la base de unidades deliberadamente definidas que se repiten. Este proceso coincide, en lo esencial, con la idea de cuantificación. Sin embargo, solo en algunas ciencias esta estrategia cuantitativa ha alcanzado plenitud, dada la complejidad de los objetos que estudian otras disciplinas (como la biología). Semejante dificultad no sería, empero, intrínseca; no sería una prohibición *de iure*, sino *de facto*. Además, sería osado circunscribir el horizonte de la ciencia al descubrimiento del «cómo», mas no del «porqué», pues al esclarecer un mecanismo, concomitantemente respondemos a las preguntas por el cómo y el porqué de ese fenómeno.

Ciertamente, en este proceso asumimos el presupuesto de que es posible fragmentar arbitrariamente una parcela del universo y erigirla en «sistema físico». Solo podríamos prescindir de esta premisa si conociéramos el sistema completo del universo y el modelo último —si es que tiene sentido este concepto—, tal que pudiéramos trazar todas las conexiones sin que ningún subsistema, al aislarse, perdiera información sobre la conexión con otros subsistemas.

De nuevo, en toda tentativa por desentrañar un mecanismo tratamos de aplicar una función sobre un objeto en el contexto marcado por unas condiciones de contorno. El resultado de esta operación se traduce en un dato definido con respecto a un sistema de referencia (por ejemplo, un valor cuantitativo que se mide en un determinado

sistema de unidades). Así, y si retomamos el ejemplo anterior, la ley de Newton sobre la relación entre fuerza, masa inercial y aceleración puede contemplarse como la función que aplico sobre un objeto —el bloque de piedra— situado en unas condiciones de contorno.

La tarea de la ciencia reside entonces en ofrecer explicaciones validables de los fenómenos naturales, con el objetivo de integrar el mayor número posible de datos en un modelo consistente. El término «validable» resulta, a nuestro juicio, más neutro y epistemológicamente parsimonioso que el concepto popperiano de «falsabilidad». Pues, en efecto, no está claro si la perspectiva de Popper explica realmente cómo funciona la ciencia. Si no he logrado falsar una teoría en uno de sus dominios potenciales (porque no he conseguido refutar una predicción concreta legítimamente deducida de la teoría), puedo decir que la he verificado en ese dominio. El criterio de falsabilidad afecta únicamente a la universalidad de la teoría, pero en el rango en que la teoría no ha sido falsada es correcto sostener que ha sido verificada. Por tanto, y si nos ceñimos a un dominio de verificación específico, la regla de la falsabilidad no revela mucho sobre la lógica de la investigación científica. De hecho, tampoco puede considerarse esclarecedora en lo que respecta a la naturaleza de una explicación científica.

Tomemos, por ejemplo, la ley de Rayleigh-Jeans sobre la radiación electromagnética de un cuerpo negro a una temperatura dada. Esta ley no ha sido falsada para las altas longitudes de onda —esto es, para las bajas frecuencias—; por ello, cabe defender que ha sido verificada en ese rango de longitudes de onda. Por supuesto, sabemos que ha sido falsada en el rango de las bajas longitudes de onda, pero esta evidencia empírica no confuta la certeza de que ha sido verificada para las altas longitudes de onda, al menos si asumimos que los experimentos son correctos y que es legítimo suponer una isomorfía fundamental, en cuya virtud la naturaleza muestra el mismo comportamiento con los mismos elementos, bajo las mismas condiciones y en escenarios físicos convergentes susceptibles de reproducción *ceteris paribus* (si esta premisa fuera errónea y no pudiéramos realizar ninguna extrapolación desde un dominio espacial y temporal específico a otro equivalente, aunque distinto, sería difícil concebir la posibilidad misma de la ciencia). En el caso de la ley de Planck, se ha comprobado que satisface todos los dominios del espectro electromagnético. Como no se ha

falsado en ninguno, podemos entonces decir que ha sido verificada en todos los rangos *conocidos* del espectro electromagnético.

Y, a la inversa, la ausencia de falsación no puede ser un criterio demarcatorio suficiente para distinguir la ciencia de la no ciencia. Imaginemos que determinadas predicciones de la astrología, claramente susceptibles de verdad o de falsedad bajo ciertas condiciones de contorno, no hubieran sido falsadas. ¿Deberíamos considerarlas científicas por haber resistido el criterio de falsación? Aunque permanezcan infalsadas, siguen sin ser científicas, porque las proposiciones desde las cuales han sido inferidas no han superado ningún proceso de validación, ninguna selección de acuerdo con un conjunto útil de criterios (observación, experimentación...). Quizás se nos antojen enunciados con sentido, por lo que, en el plano de la variación, puede que constituyan una creación articulada e inteligible de la mente; sin embargo, no han sido filtrados por ningún polo selectivo aceptable.

La clave reside así en la elaboración de un mecanismo de validación adecuado. Ni siquiera importa cómo se formule el enunciado que se pretende someter a algún método de validación, pues podría haber germinado de una simple pero feliz intuición, de una conjetura cuasi matemática no amparada en evidencias empíricas claras. Si alguien antes que Kepler hubiera intuitido que las órbitas planetarias debían ser elípticas en vez de circulares, su elucubración habría sido perfectamente científica. Por supuesto, solo podríamos otorgarle un valor auténtico para el desarrollo del conocimiento humano si quien la emitiera hubiese conseguido demostrarla desde principios previos y evidencias disponibles, y no en virtud de una revelación profética o de una inspiración mística, pero en cuanto hubiera sido validada mediante las observaciones astronómicas pertinentes, se habría confirmado su carácter científico, con independencia del itinerario subjetivo que condujo a su génesis.

Por tanto, un enunciado científico puede concebirse como una proposición (enunciado inteligible y consistente) validable.

Tampoco parece razonable argüir, como Quine, que «La unidad de significación empírica es la totalidad de la ciencia».¹⁷ Es cierto que, en el proceso de traducción de un conjunto de proposicio-

17 Quine, W. V. (1951). Main trends in recent philosophy: Two dogmas of empiricism. *The philosophical review*, end of section 5.

nes conectadas dentro de un sistema juzgado como «una teoría» —sobre la base de sus relaciones de dependencia significativa— a un grupo de elementos empíricos, una sola experiencia puede invalidar la pretensión de universalidad de esa teoría, o incluso impugnar su coherencia interna. Sin embargo, esta posibilidad no implica que toda la teoría sea errónea. Puedo, en efecto, fragmentar arbitrariamente la teoría (la pregunta por el alcance de esta división es, sin duda, enormemente compleja, probablemente inabordable) para identificar algunas proposiciones verificables dentro de un determinado dominio empírico, cuya verdad quizás sea independiente de la falsedad de otras proposiciones igualmente deducidas de la teoría, por mucho que se hallen vinculadas como partes de una misma estructura teórica.

Ninguna teoría científica puede considerarse completa, si entendemos por «completitud» su capacidad para abarcar todos los elementos de la realidad de forma consistente (es decir, no contradictoria),¹⁸ y solo si estuviéramos ante una teoría completa tendría sentido la visión de Quine. Así, un ajuste en la periferia de la teoría (en su área de contacto con la experiencia) no tiene por qué conllevar un reajuste radical de toda la teoría, porque la parte afectada puede representar una mera prolongación de la teoría, un epígono secundario, tal que, aunque lo cercenemos, no nos obliga a redistribuir todos los valores de verdad de los restantes componentes, en especial de sus elementos nucleares. A modo de

18 El requisito de consistencia lógica exige la ausencia de fisuras en la relación de consecuencia lógica. Puede parecer contradictorio que la relatividad general admita la ralentización de la luz cuando sus rayos viajan junto a objetos muy masivos, susceptibles de curvar su trayectoria, pero esta predicción se deduce naturalmente sin necesidad de incorporar hipótesis *ad hoc* y es, en último término, compatible con la ley de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío que postula la teoría especial de la relatividad. Minimizar el número de elementos *ad hoc* y de premisas iniciales garantiza la obtención del más alto grado posible de racionalidad. Sin embargo, entre dominios internos de una teoría pueden existir inconsistencias aparentes, resueltas, eso sí, si analizamos la teoría como un todo. Y, ciertamente, determinadas nociones pueden parecernos contradictorias —como la dualidad onda/partícula en mecánica cuántica—, pero semejante percepción seguramente se deba a que las examinamos desde un prisma menos fundamental, cuyas inconsistencias se desvanecen a la luz de un marco más amplio y profundo.

ejemplo, cabe mencionar el segundo postulado de la teoría especial de la relatividad, que establece la constancia de la velocidad de la luz *in vacuo*: sin importar el estado de movimiento de la fuente emisora, todos los observadores deben medir el mismo valor para la velocidad de la luz propagada en el vacío. Incluso si invalidáramos este postulado, faltaría por refutar el primer postulado, condensado en el principio de relatividad (que afirma la universalidad de las leyes de la naturaleza con independencia del estado de movimiento inercial del sistema de coordenadas usado para expresarlas). Por tanto, y aunque hubiéramos socavado uno de los cimientos fundamentales de la teoría, no podríamos estar seguros de haber dañado mínimamente otro de sus pilares básicos.

Es, por ello, imposible adoptar la perspectiva de Quine como una caracterización realista del proceso científico. Si pensamos que ninguna experiencia particular está directamente vinculada a ninguna proposición específica en el interior del campo de la teoría, sino que sus contactos son exclusivamente indirectos, mediante consideraciones de equilibrio que afectan al campo teórico como un todo, resultará sumamente equívoco hablar del contenido empírico de una proposición concreta. Por supuesto, en ese caso será ilusorio preservar barreras afanosas entre los juicios sintéticos, que dependen contingentemente de la experiencia, y los analíticos, necesarios e independientes de la experiencia.

En el modelo de Quine, toda proposición de una teoría es potencialmente verdadera si efectuamos ingeniosos ajustes en alguna otra parcela del sistema. En sus propias palabras, «incluso una proposición muy cercana a la periferia puede tomarse como verdadera frente a una experiencia recalcitrante si apelamos a la alucinación o si corregimos ciertas proposiciones tenidas como leyes lógicas». Pero si esta tesis fuera correcta, y cualquier proposición legítimamente inferida de un cuerpo teórico pudiera ser siempre verdadera si realizáramos los ajustes convenientes, dicho enunciado podría significar cualquier cosa, por lo que se despojaría de utilidad explicativa. Una proposición que siempre puede ser verdadera equivale, en su esencia, a una proposición necesaria, por lo que no añade nueva información a nuestro conocimiento *a priori*, obtenido con independencia de nuestra experiencia del mundo. La existencia de semejante clase de proposiciones solo nos parece aceptable en el caso de los enunciados lógicos y matemáticos, que

se alzan como fundamentos de nuestra indagación racional en la estructura y el funcionamiento del universo, pero no cuando nos referimos a nuestro sistema de conocimiento del mundo natural.

Siempre podemos refinar una teoría para impedir que alguna de sus proposiciones —con la salvedad de sus presupuestos lógicos y matemáticos— escape de nuestro control y se evada ante cualquier tentativa de validación. Ningún principio de la física, la química o la biología permanece ajeno a la posibilidad de contraste empírico. Los postulados fundamentales pertenecen a los órdenes lógico y ontológico (a la esfera «metacientífica», si se nos permite emplear este término, de por sí problemático y esquivo), así como al dominio de las definiciones matemáticas formalmente útiles, dadas su elasticidad y su capacidad para generar nuevas proposiciones. Sin embargo, ninguna ley natural es inmune al control empírico. Invalidaríamos, por ejemplo, el principio de relatividad si demostráramos la existencia del éter.

En consecuencia, y desde este punto de vista, siempre podemos decir que es posible señalar un límite a la «intensión» (o densidad conceptual) de un enunciado, divisoria infranqueable si no queremos sucumbir a la más absoluta vacuidad.

Así, cabe minimizar el grado de subdeterminación entre la ciencia y la experiencia (entendido como el hiato entre nuestras proposiciones teóricas y los hechos empíricos, si aceptamos que una misma experiencia podría venir determinada por diferentes construcciones teóricas) y propiciar que únicamente afecte a elementos «metacientíficos» —o precientíficos—, referidos, sustancialmente, a entidades de naturaleza lógica y matemática, así como a las limitaciones inherentes a cualquier lenguaje natural empleado para expresar proposiciones científicas; porque además de fórmulas matemáticas, todo científico se vale de enunciados proferidos en un lenguaje natural. Esta situación se hace más patente en el ámbito de las ciencias biológicas, donde la importancia del lenguaje natural ha excedido históricamente a la del lenguaje matemático.

Una explicación ha de proporcionar los elementos necesarios y suficientes que nos permitan delinear el mecanismo de un fenómeno. Se trata, por tanto, de arrojar luz, no oscuridad. El criterio de corrección teórica es importante, porque una teoría inconsistente jamás podría explicar adecuadamente el mundo (salvo por azar), pero no basta. La claridad y la belleza de una teoría no deciden

nada sobre su valor de verdad, esto es, sobre su conformidad con los hechos. Una teoría puede ser bellamente falsa. Revelará mucho, eso sí, sobre el alcance de la creatividad humana.

La búsqueda de unidad, armonía o simplicidad resplandece como una pretensión prácticamente irresistible para la mente humana. Acostumbrada a identificar patrones en la realidad, a categorizar, a organizar, a subsumir las diferencias en una unidad precursora, no puede evitar establecer relaciones entre lo distinto. La simplicidad, la idea de que lo complejo puede siempre reducirse a elementos menos sofisticados y contemplarse desde un prisma más fundamental, representa un valioso principio de economía cognitiva. Sin embargo, la explicación más sencilla no es siempre la correcta. Es razonable creer que, de entre aquellas explicaciones dotadas de similares grados de verosimilitud, deberíamos preferir consistentemente la más simple, pero no podemos demostrar que esta elección se deba a una necesidad intrínseca, enraizada en el codiciado terreno de la lógica pura. Más bien evoca conveniencia y utilidad, pues ¿por qué habríamos de favorecer una economía de presupuestos? Topamos con una opción apriorística, con un acto de decisión destinado a optimizar nuestra estrategia. Si argumentamos que es preciso privilegiar la economía de presupuestos al exigir menos energía «conceptual», cabría preguntarse por qué el requisito de menor energía conceptual habría de considerarse una propiedad positiva; o, en otras palabras, podríamos plantearnos por qué entronizar la simplicidad. Para evitar esta regresión infinita, deberíamos alcanzar un hecho, un *dato* insuperable y por tanto una imposición, por ejemplo si adujéramos que la naturaleza tiende a minimizar el coste energético de sus procesos y que nosotros deberíamos imitar los diseños sapienciales de la naturaleza. Pero como la naturaleza también maximiza la entropía en procesos espontáneos dentro de sistemas aislados, parece claro que la elección de la simplicidad sigue sustentada sobre una preferencia subjetiva, cuya utilidad quizás quede justificada si tomamos el imperativo de minimizar la energía en todas sus formas (lo que incluye la energía «cognitiva») como valor primordial.

La mente humana, en suma, todavía no ha identificado una ley única y última que rija todos los dominios de la realidad y a la que todas las restantes leyes puedan reducirse; el santo grial de los conceptos. E incluso si lo lograra, la naturaleza continuaría alzán-

dose como la barrera última e invencible para nuestra capacidad de formular preguntas.

Al dilucidar científicamente un fenómeno, explícito la información implícitamente contenida en el escenario analizado. Pues, en el fondo, no siempre surge información nueva que se añada a los datos implícitos en el conocimiento ya atesorado sobre las reglas operativas y el objeto en cuestión. Por ello, es en el descubrimiento de nuevas leyes y de nuevos objetos donde radica el auténtico progreso de las ciencias naturales. Identificar una nueva ley —es decir, un nuevo principio operativo— o un nuevo objeto —esto es, un nuevo elemento de realidad— expande el radio de nuestro conocimiento científico. También lo hace, por supuesto, el hallazgo de nuevas constantes, pero en general estos números remiten a leyes (como la constante universal de gravitación) o a objetos (como la carga del electrón). En muchos casos, la ciencia se limita a aplicar leyes conocidas sobre objetos conocidos en condiciones de contorno cambiantes, por lo que, en último término, no genera nueva información sustancial sobre un proceso, sino que simplemente extiende lo ya conocido para cubrir escenarios cuyas variables explicativas básicas no difieren significativamente de las sondeadas en otras situaciones.

Como consecuencia de este modelo, una explicación científica partirá de dos grandes tipos de presupuestos: los relativos a las leyes de la naturaleza (es decir, la subordinación de leyes particulares a leyes más fundamentales) y los asociados a los objetos que componen la naturaleza, sobre los que se aplican esas leyes.

Sin embargo, existe un tercer presupuesto, al que no siempre prestamos la atención requerida y al que hemos aludido brevemente en los párrafos anteriores: los principios lógicos tácitamente asumidos en cualquier formulación de una ley de la naturaleza y en cualquier caracterización de un objeto físico.

Por ejemplo, cuando decimos que si el reloj A es sincrónico con el reloj B, y el reloj B lo es a su vez con el reloj C, entonces el reloj A es sincrónico con el reloj C, esgrimimos un principio de transitividad que se basa en el funcionamiento de la mente humana; en las reglas lógicas que subyacen a todo ejercicio de racionalidad y de las que difícilmente podemos eximirnos, pues aunque puedan verificarse empíricamente, su verdad se establece *a priori*.

De hecho, tal es la fuerza del razonamiento lógico que nos permite detectar de inmediato qué inferencias serán válidas, sin nece-

sidad de comprobación empírica. Ocurre con las célebres reglas de transformación conocidas como «leyes de Morgan» (la negación de la conjunción equivale a la disyunción de las negaciones y la negación de la disyunción equivale a la conjunción de las negaciones), que nos brindan reglas de inferencia válidas en lógica proposicional. Y, a la inversa, el nexo inquebrantable entre las premisas y las consecuencias correctamente inferidas nos capacita también para detectar deducciones erróneas. Por ejemplo, si afirmo que «algunos relojes en A son sincrónicos con algunos relojes en B, y algunos relojes en B son sincrónicos con algunos relojes en C», nada me legitima a sostener, sin disponer de información adicional (como en el caso de los silogismos numéricamente definidos), que algunos relojes en A sean sincrónicos con algunos relojes en C.

Todo ejercicio de racionalidad científica presupone leyes lógicas. No necesito comprobar su validez empírica, como no necesito verificar «materialmente» que $10^{30} \times 10^{30} = 10^{60}$ (de hecho, probablemente no encontraría suficientes objetos en la Tierra para efectuar semejante cómputo). Se siguen naturalmente de las premisas que las sustentan, por lo que simplemente despliegan las definiciones iniciales. Por tanto, no incorporo nada a las premisas; únicamente explico su contenido. Así, la cuestión pertinente afecta al tipo de argumento que podré validar dentro de una determinada función lógica. Por ejemplo, en la frase «si llueve, el suelo se moja», la fuerza del *modus ponens* me permite concluir que, si en verdad ha llovido, el jardín ha de estar mojado. Sin embargo, si en ausencia de lluvia infiero que el jardín no debe estar mojado, mi deducción será errónea, pues el jardín podría haberse humedecido por otras causas, como el riego artificial (por supuesto, y de acuerdo con el *modus ponens*, puedo afirmar legítimamente que si el jardín no está mojado, no ha llovido). En la deducción, por ende, no añado información que no se halle implícita en las premisas. La sentencia «Si llueve, el suelo está mojado» es, en realidad, una definición, porque por «suelo» entiendo una superficie descubierta y por lluvia el agua que cae sobre una superficie descubierta. El problema más importante radicará entonces en la elucidación de cómo establezco la verdad de la premisa. Normalmente lo hago por inducción. Por ejemplo, constato mediante experiencias particulares que la lluvia siempre empapa superficies descubiertas y elevo esta evidencia a la categoría de principio, que se convierte

así en premisa deductiva. En otras ocasiones, me limito a emplear definiciones que se alzan como premisas deductivas.

La principal diferencia entre un postulado lógico y uno físico reside en que el primero no puede refutarse. Si parto de una serie de axiomas en un lenguaje formal, el *modus ponens* es necesariamente correcto, mientras que el postulado de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío podría revelarse incorrecto si consiguiéramos falsarlo mediante ciertos resultados experimentales.

La deducción lógica posee, en definitiva, sus propias reglas. Su más estricta formulación es en principio independiente de nuestra relación con el mundo exterior, aunque, mediante una investigación más profunda, quizás logremos identificar en el futuro los mecanismos evolutivos y neurobiológicos que han contribuido decisivamente a gestarlas y sedimentarlas en el seno de la mente humana.

La lógica estructura las ideas, pero no las crea. Aun así, es admirable comprobar cómo las investigaciones sobre los fundamentos de la lógica han ampliado notablemente nuestro conocimiento de las leyes del pensamiento humano, hasta llegar a conocer lo que no podemos conocer, tal y como pone de relieve el teorema de Gödel.

La mente humana no podrá sentirse satisfecha con su investigación racional del mundo mientras no avance en la resolución de tres grandes problemas concomitantes a toda indagación científica: la raíz de los principios lógicos básicos, la génesis de las leyes fundamentales de la naturaleza y el origen de los objetos físicos elementales. Más aún, resulta inevitable formular el interrogante sobre su hipotética unificación, es decir, sobre cómo se entrelazan exactamente las leyes lógicas, las leyes naturales y los constituyentes de la materia para conformar el universo tal y como lo conocemos. La respuesta a esta pregunta arrojaría la más ansiada de las luces y contribuiría a apuntalar la visión científica del mundo.

Estas incógnitas no tienen por qué confinarse al brumoso ámbito de la especulación metafísica o de la mistificación poética, sino que pueden y deben plantearse como objetivos plausibles de una investigación estrictamente racional. Es cierto que importantes descubrimientos han brotado de profundas y poderosas intuiciones, pero la grandeza de la razón estriba en su capacidad para apoyar y complementar a la intuición, mediante justificaciones o refutaciones de nuestras visiones intuitivas.

A lo largo de la historia del pensamiento humano, han sido incontables los enigmas que parecían reservados a una intuición superior, a una potencia arcana y evanescente, enajenada de la razón en su uso más universal. Durante siglos se creyó, por ejemplo, que cuestiones como el movimiento de los cuerpos celestes, la idea de infinito o la naturaleza de la mente humana trascendían las capacidades de la razón en su doble uso, especulativo y empírico, como si su estudio demandase un grado de lucidez prácticamente inasequible para nuestro intelecto. Hoy sabemos que no es el caso, pues en todas estas áreas se han realizado progresos extraordinarios. El origen del universo y de la naturaleza es la gran frontera del pensamiento, pero no existe ninguna prohibición apriorística que nos impida volcar todo el vigor de la razón pura sobre éstos y otros misterios.

2.3. Categorías científicas y condensación de complejidad

El poder de la inteligencia humana se manifiesta con especial vigor en su capacidad para reconocer patrones de racionalidad en la naturaleza. El progreso de la ciencia ha conducido a su elucidación y al esclarecimiento de sus conexiones.

De esta manera, y si adoptamos la idea de que existe una continuidad ontológica entre todos los objetos de la realidad (lo que no excluye la presencia de cambios súbitos en el comportamiento de un sistema, similares a las transiciones de fase que investiga la física), ha de ser posible formalizar la estructura y el funcionamiento de las ciencias mejor consolidadas —la física, la química, la biología...— mediante matrices categoriales. Semejantes símbolos tienen como objetivo sintetizar tanto los conceptos fundamentales de estas disciplinas como las reglas operativas que los relacionan. Configuran así un alfabeto conceptual básico que resume nuestra visión racional del universo.

Por ejemplo, la física —clásica y relativista— se sustenta sobre un conjunto de categorías fundamentales: materia, energía, espacio, tiempo... Sabemos que la materia y la energía constituyen en último término expresiones de una misma realidad subyacente, de acuerdo con la célebre ecuación de Einstein $E = mc^2$. Además, la teoría de la relatividad nos enseña que el espacio y el tiempo no pueden tratarse como entidades separadas. No obstante, y por motivos puramente prácticos, para nuestra imaginación es difícil encontrar una cate-

ría aún más «fundamental» que unifique perfectamente las nociones de materia y energía, por mucho que el desarrollo de la física haya demostrado cuán íntimamente vinculadas se hallan. Por tanto, puede ser didáctico preservar la tradicional distinción entre ambas ideas.

Ciertamente, podría resultar que estas hipotéticas categorías fundamentales en realidad emanasen de un principio aún más básico, de una especie de «supracategoría», pero de momento nos conformaremos con admitir que conceptos ulteriores, como los de velocidad y momento, pueden reducirse a nociones más primarias. Tampoco debemos olvidar que, junto a estas categorías fundamentales, la física requiere una serie de reglas operativas. En lo sustancial, equivalen a las «fuerzas fundamentales de la naturaleza», capaces de imponer sus respectivas leyes sobre los objetos que caen bajo sus dominios de aplicación.

Las categorías suelen responder a definiciones consensuadas sobre aspectos que consideramos relevantes, dado su potencial explicativo para entender un fenómeno. Las leyes o reglas operativas han de descubrirse. Por ello, si las leyes se combinan con las categorías, pueden añadir información nueva, cuyo contenido logra expandir nuestro conocimiento de un sistema. Por supuesto, la frontera entre lo definido o inventado (y, en cierto modo, tautológico) por nuestra creatividad lógica y lo verdaderamente sintético o «desvelado» por nuestras investigaciones sobre el mundo no es fácil de delimitar. Además, las definiciones se perfeccionan gracias a los desarrollos teóricos y experimentales. Puede incluso ser preciso incorporar nuevas definiciones para cubrir dominios de la realidad hasta entonces desconocidos o poco comprendidos, como ocurrió con el concepto de entropía. Es también inevitable que una ciencia como la física combine definiciones apriorísticas, evaluadas según su utilidad explicativa y según su importancia a la hora de dotar a nuestro modelo de consistencia lógica, con definiciones operativas, destinadas a ilustrarnos sobre cómo se puede medir una determinada magnitud.

Así, es siempre controvertido dirimir cuáles serían esos conceptos fundamentales. El análisis dimensional nos ayuda a desentrañar algunas de esas categorías, al enseñarnos que todas las magnitudes físicas se expresan en unidades fundamentales irreductibles, como las de masa, longitud, tiempo o corriente eléctrica en la física clásica (desde este prisma, la temperatura termodinámica podría no ser fundamental, dado que la teoría cinética la representa como el

resultado del movimiento agregado de incontables moléculas y, por ende, la contempla en términos de sus velocidades medias). El desarrollo de una teoría de la medida contribuye a cribar aún más estas nociones, mostrando cómo determinadas magnitudes solo pueden medirse en función de registros espaciales y temporales, que se erigirían en auténticas «nociones operativamente irreducibles».

Sin embargo, un examen más profundo pondrá de relieve la estrecha relación que existe entre las categorías fundamentales y el marco físico que adoptemos. El esclarecimiento de las categorías básicas de una ciencia como la física dependerá así del modelo del que nos sirvamos, pues no serán las mismas si partimos de la física clásica (cuyas nociones más elementales son masa, longitud, tiempo, corriente eléctrica...), de la teoría de la relatividad (donde, entre otras peculiaridades, espacio y tiempo se hallan entrelazados, las observaciones son de naturaleza local y la velocidad de la luz en el vacío sobresale como una norma universal de la naturaleza) o de la mecánica cuántica (en la que las categorías de estado y observable desempeñan un papel esencial).

En primera aproximación, la física consiste en el estudio de los procesos materiales. Para afinar nuestra definición y entender mejor el significado del término «materia», necesitaremos apelar a nociones básicas de las teorías fundamentales de la física. Una teoría será más profunda cuantas más conexiones entre magnitudes (o «categorías») y de naturaleza más fundamental consiga descubrir.

La teoría de la relatividad investiga las formas invariantes en el universo, es decir, las transformaciones que nos permiten identificar invariantes estructurales en el universo que todo observador debería medir de la misma manera, con independencia de su estado de movimiento. El principio más fundamental que sustenta sus razonamientos es el de covarianza general: la idea de que la forma de las leyes de la naturaleza ha de ser independiente del marco de referencia usado para expresarlas. Desde este requisito universal, la física emerge como el estudio de las leyes de la naturaleza, de sus relaciones y de su observación, concebidas como funciones generales del universo que han de resultar comunes para todos los marcos de referencia. Aborda, por tanto, las formas subyacentes a cualquier proceso de medida.

En mecánica cuántica, desde nociones prácticamente irreducibles como las de estado y observable elaboramos un formalismo ma-

temático que modela la evolución de un objeto (entendido, en cierto modo, como una concentración de energía en celdas espaciales).

Las anteriores consideraciones sugieren entender la física como el estudio racional y empírico de la actividad de un objeto individual y de las interacciones entre objetos individuales, mediante la comprensión de las propiedades subyacentes. Llegamos, por ello, a la conclusión de que la ciencia física se cimenta en la posibilidad de referenciar objetos (en cuanto que entidades arbitrariamente susceptibles de delimitación) en un marco comunicable. Asumimos, en consecuencia, la legitimidad de diferenciar un objeto de otro en nuestros registros espaciales y temporales. Observar puede entonces interpretarse como el acto de atribuir a un objeto o a un grupo de objetos propiedades espaciotemporales comunicables desde un marco de referencia. Cada observador potencial registrará sus propias medidas locales, pero siempre habrá de ser posible encontrar reglas de transformación que nos permitan conmensurar sus respectivas observaciones sobre la base de un invariante fundamental de la naturaleza, que es la velocidad de la luz en el vacío, cuyo valor ha de ser medido de modo unánime. Así, en el marco de la relatividad especial, el grupo de Poincaré representa el grupo de isometrías del espacio-tiempo de Minkowski (las transformaciones de Lorentz constituyen un subgrupo dentro del grupo de Poincaré), gracias a las cuales el intervalo entre dos eventos cualesquiera permanece invariante.

Si optamos por ceñirnos a una definición de la física como estudio de los procesos materiales, a la luz de las reflexiones precedentes parece razonable concebir la materia, de la manera más parsimoniosa y genérica posible, como actividad dimensionada, es decir, como actividad (despliegue espaciotemporal) referenciada en un marco cuya información puede ser compartida por distintos observadores en virtud de la universalidad de las leyes de la naturaleza.

Para la dilucidación de nuestras categorías físicas básicas y de cómo se condensa la complejidad en el tránsito de una ciencia a otra, necesitamos al menos dos grados iniciales de libertad para generar proposiciones significativas, susceptibles de contraste empírico.¹⁹ Uno de ellos corresponderá a una categoría fundamental,

19 Es, de hecho, concebible describir todo un universo de objetos a partir de un único elemento: la unidad. Todos los números reales pueden expresarse en términos de la unidad; incluso el cero puede escribirse como $(1-1)$, y gracias

mientras que el otro remitirá a la ley fundamental o regla operativa. Es posible que la termodinámica y la mecánica cuántica incorporen categorías y reglas operativas adicionales a las de la mecánica en sus versiones clásica y relativista, pero no parece que esta hipótesis afecte de modo relevante a nuestra intención más genuina, que es la de ilustrar cómo cada una de las ciencias, en su estudio de los distintos niveles de complejidad que pueden distinguirse de forma razonable (es decir, desde argumentos estructurales y funcionales), se ve obligada a subsumir la complejidad analizada por las disciplinas más fundamentales.

Así, podemos esquematizar la arquitectura conceptual que hemos delineado de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} \text{materia ...} \\ \text{energía ...} \\ \text{espacio ...} \\ \text{tiempo ...} \end{pmatrix} \times (\text{leyes fundamentales de la naturaleza ...}) = \text{proposiciones físicas significativas}$$

Introducimos la notación «...» tras cada categoría fundamental y cada ley de la naturaleza porque resulta innegable que cada una de ellas lleva implícita una serie de proposiciones concomitantes, tanto *ad intra* (en lo que concierne a la relación entre una categoría y otra) como *ad extra* (referida a la relación entre categorías y reglas operativas).

El tránsito de la física a la química exige «condensar» el grado de complejidad que subyace a la problemática división entre ambas disciplinas científicas:

$$\begin{array}{c} (\text{categorías de la física}) \times (\text{reglas operativas de la física}) \\ \xrightarrow{\text{condensador de complejidad}} \\ (\text{categorías de la química}) \times (\text{reglas operativas de la química}) \end{array}$$

al desarrollo del sistema de numeración binario sabemos que el 0 y el 1 bastan para caracterizar los números naturales. Por tanto, si definimos el 0 como 1-1, parece posible representar todos los números naturales desde el 1. Sin embargo, y con independencia de cuán sobrio y parsimonioso sea nuestro sistema de numeración, además del elemento unidad necesitamos un conjunto de operaciones. Estas últimas pueden contemplarse como «reglas de inferencia», esencialmente reducibles a la suma y a la resta. De manera idealizada, todos los números reales podrían reducirse a un cómputo a partir del 1. En lo que respecta a los números complejos, y dado que el número imaginario i no existe en el dominio de los números reales, está claro que nos vemos obligados a definir un elemento adicional, que no puede deducirse desde el 1 (salvo que lo considerásemos el resultado de aplicar determinados operadores $\sqrt{\quad}$, $-$, $\frac{\quad}{\quad}$ sobre él).

Conforme aumenta la complejidad del objeto sobre el que versa una ciencia particular, su descomposición analítica se torna más difícil, por lo que esa disciplina necesita crear nuevas categorías, susceptibles de convertirse en sus conceptos nucleares. Junto a las categorías y leyes que toma prestadas de la física, la química trabaja con sus propias categorías y principios explicativos, capaces de encapsular el salto de complejidad implícito en el tránsito de una a otra ciencia. Estos «condensadores de complejidad» subsumen la abrumadora complejidad que separa ambos niveles, para generar un conjunto de categorías innovadoras y de reglas que absorben la escala pseudoinfinita de procesos intermedios.

No se trata, por tanto, de sostener ilusamente que en las ecuaciones fundamentales de la mecánica cuántica se halla contenida la totalidad de la ciencia química. A estos efectos, es preciso distinguir entre la *forma general* y las disposiciones particulares en el seno de los distintos sistemas, cada uno con sus propias condiciones de contorno. Por ejemplo, puede decirse que toda la mecánica clásica se resume en las tres leyes del movimiento formuladas por Newton. De hecho, en la expresión *Fuerza = masa × aceleración* se condensa una cantidad inimaginable de información, de la que prácticamente dimanarían todos los datos relevantes para el análisis de los problemas abordados por la mecánica newtoniana. Sin embargo, la forma general de la mecánica clásica se ve obligada a encarar multitud de problemas concretos, donde las condiciones de contorno pueden resultar tanto o más importantes que el fundamento teórico sobre el que sustentamos nuestro estudio. Quien se haya enfrentado a problemas de creciente complejidad en este ámbito advertirá enseguida cuán ingenuo es creer que basta con conocer la segunda ley de Newton para resolver cualquier hipotética dificultad que surja en los regímenes sobre los que se aplica la mecánica clásica. Es posible introducir tal cantidad de detalles, tal heterogeneidad de situaciones, tal diversidad de agentes involucrados en ese sistema... que, si bien en el plano puramente teórico todo se reduce a emplear sabiamente la ecuación fundamental de la mecánica, en el terreno práctico sirve de poco fiarlo todo a esa fórmula.

Análogamente, en la química exploramos un conjunto de fenómenos que, pese a derivarse de las leyes fundamentales de la física, demandan un tratamiento conceptual y práctico adecuado. Los sistemas químicos incorporan, así, nueva información, que en

sus aspectos fundamentales ni contradice ni extiende significativamente la información ya contemplada por la física, pero que en las situaciones concretas ha de combinarse con factores a los que la física no siempre presta la suficiente atención. Aunque la tabla periódica se explique desde la mecánica cuántica, capaz de elucidar la composición de los átomos y las propiedades de los electrones de valencia, que desempeñan un papel fundamental en la diferenciación entre los distintos elementos de la materia, a la hora de examinar los sistemas sobre los que versa la química resulta imprescindible operar no solo con las categorías importadas de la física, sino con herramientas analíticas que recojan cabalmente los detalles irrenunciables definitorios de esas situaciones.

Así pues, cabe afirmar que los sistemas menos fundamentales, como los estudiados por la química, si bien no añaden información significativa que no se pueda inferir de las leyes básicas de la materia tal y como las examina la física, poseen un nivel de complejidad propio, una configuración específica. Por ello, la investigación de las disposiciones particulares de los agentes ha de conjugarse con el conocimiento de las interacciones que gobiernan esos sistemas, que en el fondo remiten a las fuerzas fundamentales de la física. Las categorías centrales de la química continúan siendo físicas, pero la complejidad del sistema goza de unas características propias, de una unicidad emanada de las particulares configuraciones que lo determinan y del interés del científico, que busca desentrañar unas propiedades por encima de otras. Por ejemplo, para entender las reacciones químicas necesito comprender cómo se produce el intercambio de electrones entre los compuestos, y consecuentemente la naturaleza del enlace químico. Para ello, debo emplear conceptos que, como el de electronegatividad, remiten a leyes fundamentales de la física, mas solo ostentan un papel relevante cuando abordamos fenómenos propiamente químicos.

Todo químico ha de familiarizarse con la naturaleza y las propiedades de la materia, por lo que ha de acudir a los conocimientos que le proporciona la física, pues las propiedades químicas de las sustancias (es decir, las propiedades que se relacionan con la participación de una sustancia en una reacción química) no pueden esclarecerse sin prestar atención a sus propiedades físicas. Además de la composición, la estructura y las propiedades de la materia, la química estudia sus transformaciones en el curso de

las reacciones que determinadas sustancias llegan a protagonizar. La primera parte caracteriza la dimensión física de la química, mientras que la segunda condensa su carácter específico, el nivel de complejidad que agrega al tratamiento puramente físico de un sistema. Por ello, la química se beneficia inconmensurablemente de los descubrimientos sobre la estructura atómica y molecular de la materia que proceden de la física. Sin entender las propiedades de los electrones, de los núcleos atómicos y de los fotones, por ejemplo, sería imposible para el químico comprender, en su nivel más profundo, la naturaleza de los elementos y de los compuestos que son capaces de generar.

La química pudo progresar en ausencia de muchos de los conocimientos físicos fundamentales que provienen de la mecánica cuántica, pues ya en los siglos XVIII y XIX se produjeron importantes avances en química inorgánica y orgánica. Sin embargo, solo con el desarrollo del modelo fundamental sobre la materia que nos brinda la mecánica cuántica fue posible identificar los auténticos pilares sobre los que se amparaba la constitución de los átomos y de las moléculas, entidades que representan, por así decirlo, el alfabeto básico de la química. Esta penetración en las dimensiones más profundas de la materia no solo expandió significativamente nuestros conocimientos físicos, sino que repercutió positivamente sobre la química y logró inaugurar nuevos y valiosos horizontes de investigación. Así, el estudio del enlace químico ha permitido discernir un marco de formidable poder explicativo para justificar cómo acontecen la mayoría de las reacciones en las que participan átomos y moléculas. La elucidación de los mecanismos que siguen las reacciones químicas habría resultado prácticamente inviable sin el progreso de nuestra comprensión de la materia en sus aspectos fundamentales. Además, los conceptos esenciales en torno a los que gravita el estudio de las reacciones químicas invocan multitud de principios termodinámicos que fueron dilucidados por la física y por su estudio de las transformaciones de la energía. Nociones como las de constante de equilibrio, velocidad de reacción, regla de las fases o equilibrio termodinámico encapsulan importantes aplicaciones de los grandes descubrimientos de la física de la energía, muchos de los cuales se efectuaron en el siglo XIX. Y, por supuesto, cuando contemplamos la tabla periódica y la manera en que se agrupan los diferentes elementos según sus propiedades,

en realidad no hacemos sino observar un particular despliegue de propiedades físicas, determinadas en gran medida por la disposición de los electrones en el átomo.

No proponemos, en suma, que el todo sea mayor que la suma de las partes, y que la complejidad de los sistemas químicos implique el surgimiento *ex novo* de información que no esté contenida en las leyes fundamentales de la física. El todo se reduce a la suma de las partes *más* las interacciones que establecen, pero en la determinación de las partes y de las interacciones concretas, los principios más generales de la física solo actúan como reglas directrices básicas, como funciones globales que han de aplicarse a situaciones específicas, mediadas por unas condiciones de contorno y unas disposiciones internas inexcusables.

Por tanto, este modelo no postula que el hiato entre los principales niveles de complejidad resulte infranqueable. Por el contrario, parte del axioma «*natura non facit saltus*», y abraza fervorosamente la posibilidad de reducir los sistemas a la suma de sus partes constituyentes más las interacciones que establecen, cuya síntesis desemboca en unos principios de organización específicos. Solo la pobreza de nuestro conocimiento detallado de las transiciones microscópicas y la extrema complejidad que despliegan los distintos sistemas nos impedirán esbozar una transición estrictamente gradualista de un nivel a otro. Por ejemplo, la selección natural puede explicarse sobre la base de principios físicos y químicos, pero cubre un rango de complejidad tan vasto y heterogéneo que se nos antoja prácticamente imposible reducir esta noción a sus componentes más elementales.

Es pertinente aclarar un concepto de enorme relevancia para nuestra discusión. Pues, en efecto, estas consideraciones evocan inevitablemente la idea de «reducción» y el «reduccionismo» como método científico. Pero ¿qué significa «reducir» en teoría de la ciencia? Por reducción entendemos el proceso que lleva a elucidar los fundamentos de una proposición a partir de principios más básicos. Así, la reducción no entraña eliminación, sino fundamentación de las entidades más complejas en los estratos más simples sobre los que se sustentan. Si nos referimos a la conciencia humana, defenderemos la tesis de que, en lugar de eliminar las dimensiones aparentemente subjetivas y extracientíficas de este fenómeno, lo que hay que hacer es explicar los principios neurobiológicos

subyacentes, para explicitar el camino que conduce de la molécula al pensamiento consciente. De este modo, el proyecto científico de comprender la conciencia debe esmerarse en insertar tan intrigante función de la mente en nuestro conocimiento neurobiológico, mas no puede pretender culminar esta empresa mediante la eliminación de unas propiedades que exigen una explicación adecuada.

Es importante, en cualquier caso, percatarse de que la asunción de continuidad entre los distintos niveles no excluye la existencia de puntos críticos y de cambios abruptos: simplemente niega la presencia de una separación infinita entre dos ámbitos finitos cualesquiera de la realidad. Los saltos infinitos sobre parcelas infinitamente separadas quedan confinados al poder de la imaginación. Existen, por supuesto, transiciones críticas —como puede suceder entre un sistema cuántico y otro clásico—, pero siempre cabe interpretarlas desde la óptica de la continuidad en la distribución de probabilidades, como discutiremos en las próximas páginas. En consecuencia, lo que el condensador de complejidad expresa es una suma que tiende al infinito a través de incontables transiciones intermedias, no la normalización de un infinito real.

2.4. Leyes matemáticas y leyes de la naturaleza

2.4.1. Leyes matemáticas

2.4.1.1. Las matemáticas y la «imaginación racionalizada»

En la concisión del lenguaje matemático, en su poder deductivo y en su facilidad para generar un número casi infinito de combinaciones entre sus elementos, la vaguedad y la falta de economía que tantas veces ofuscan los lenguajes naturales ceden el testigo a una límpida manifestación de racionalidad. Su capacidad incomparable para expresar la complejidad a través de la simplicidad le permite desvelar las más profundas conexiones entre las premisas y las consecuencias. Así, emergen implicaciones inusitadas, y la fuerza conjunta de la imaginación simbólica y de la inferencia lógica abre las ventanas más fértiles para el espíritu humano.

Durante siglos, las matemáticas han sido consideradas como la expresión más pura de la inteligencia. En ella resplandecen ideales

como los de claridad y rigor, y no es de extrañar que muchas disciplinas científicas y filosóficas se hayan afanado en emular semejante grado de certeza. Descartes anhelaba construir una filosofía matemática y Spinoza pretendía deducir las verdades universales de la metafísica y de la ética *more geometrico*. Una aspiración similar permea la obra de Leibniz y, en general, la de los grandes filósofos racionalistas. La tradición analítica contribuyó a recuperar el aprecio por la exactitud que el razonamiento matemático imprime en el quehacer filosófico.

Las principales cuestiones de la teoría del conocimiento aparecen con toda su pujanza cuando investigamos los fundamentos de las matemáticas. Adentrarse en los interrogantes que aborda la filosofía de las matemáticas permite así sondear los problemas más importantes de la epistemología.

Puede decirse que las matemáticas se alzan como una síntesis de razón e imaginación: de razón, por cuanto se proponen deducir la verdad de sus proposiciones a partir de un grupo coherente de axiomas que justifican la corrección de sus enunciados; de imaginación, porque desde la Antigüedad se han atrevido a explorar entidades que desafiaban los más hondos cimientos de una comprensión ordinaria de la razón (como los denominados «números irracionales», por ejemplo $\sqrt{2}$) y de la realidad (como la unidad imaginaria $\sqrt{-1}$, que postula un número imposible de construir de acuerdo con los patrones de los números reales).

Se trata, en cualquier caso, de una «imaginación racionalizada», pues la razón y la imaginación no tienen por qué contemplarse como fuerzas opuestas. De hecho, la creatividad matemática nos brinda la mejor prueba de su complementariedad. Sin embargo, es innegable que en la imaginación discernimos un elemento intuitivo difícilmente reducible a procesos secuenciales y discursivos, equiparables a los que gobiernan el mero razonamiento lógico. En términos generales, cualquier discurso que satisfaga ciertas reglas lógicas puede considerarse una manifestación de «imaginación racionalizada». Un relato ficticio, por ejemplo, contiene objetos insertados en una trama que —se supone— no viola ciertas leyes lógicas básicas, por lo que posee un «sentido». Así, cualquier ejercicio razonable de la creatividad humana puede interpretarse como una muestra del mismo tipo de actividad intelectual que subyace al desarrollo del pensamiento matemático. La peculiaridad de las

matemáticas no estribaría, por tanto, en la clase de reglas de inferencia que emplea esta disciplina del saber humano (pues apelan, sustancialmente, a las reglas de inferencia comunes a cualquier razonamiento válido), sino en el objeto sobre el que versan. Como en la lógica pura, en la matemática el grado de abstracción al que la mente somete al objeto es máximo, hasta el punto de que, en muchas teorías sobre sus fundamentos, basta con apelar a conjuntos o a categorías para sustentar la aritmética y la geometría, pilares históricos de la matemática tal y como la conocemos. Por ello, cabría definir la matemática como «imaginación racionalizada pura», dado que la naturaleza de los objetos sobre los que trata este discurso del pensamiento remite a formas máximamente abstraídas —pero deliberadamente establecidas a partir de axiomas seleccionados—, a la generación y el análisis de sistemas de patrones cuya universalidad alcanza las mayores cotas concebibles y se presta a expresarse en fórmulas que condensan, en un pequeño número de símbolos, vastas cantidades de información.

Por su formalidad y capacidad de abstracción, las matemáticas brillan como el poder por antonomasia del pensamiento humano, de lo que puede ser concebido aunque no exista en la realidad más accesible a nuestra mente, siempre y cuando sea capaz de producir consistencias formales. En su perfección y universalidad apreciamos la más aquilatada evocación de la *Mathesis universalis* de Descartes y de la *characteristica universalis* de Leibniz.

Por ello, su extraordinaria efectividad como instrumento de las ciencias naturales es perfectamente razonable, una consecuencia lógica de su versatilidad como lenguaje aplicable a la expresión de cualquier patrón de relaciones entre objetos.²⁰ Si contemplamos las matemáticas como un conjunto potencialmente infinito de juegos formales, no es sorprendente que al menos quepa construir un juego susceptible de captar, mejor que otros, la estructura y la

20 Esta visión se opone a la tesis de Wigner: «The miracle of the appropriateness of the language of mathematics for the formulation of the laws of physics is a wonderful gift which we neither understand nor deserve. We should be grateful for it and hope that it will remain valid in future research and that it will extend, for better or for worse, to our pleasure, even though perhaps also to our bafflement, to wide branches of learning» (Wigner, E. P. (1960). «The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences,» *Communications on pure and applied mathematics*, 13(1), 1-14).

acción del universo físico. Por supuesto, no podemos dejar de sentir la más profunda admiración cuando observamos cómo determinadas creaciones del pensamiento matemático abstracto —de las matrices a los grupos de Lie— se han revestido de una utilidad sobresaliente e imprevista y se han convertido en inestimables herramientas para describir los procesos naturales. No deberíamos olvidar, empero, que otras muchas no han encontrado semejante traducción a proposiciones físicas prácticas y fecundas. En consecuencia, sería arriesgado postular una especie de «armonía preestablecida» entre las matemáticas y el universo físico. Parece más plausible creer que las matemáticas, quizás por plasmar la mejor expresión de la imaginación lógica, pueden adaptarse para formar, potencialmente, cualquier escenario físico.

2.4.1.2. Breve bosquejo histórico

1) La racionalización del infinito y el concepto de conjunto

Aunque el cálculo infinitesimal representa una de las mayores creaciones del intelecto humano, el amanecer de la matemática moderna y uno de los pilares de la revolución científica, sus formulaciones iniciales distaban mucho de satisfacer los más elementales criterios de rigor matemático. La explosión inventiva que supuso el alumbramiento del cálculo diferencial e integral en los trabajos de Newton y Leibniz generó de inmediato importantes aplicaciones para la resolución de inveterados problemas matemáticos, como la determinación de la tangente a un punto dado o el cómputo del área comprendida por figuras curvas. Sin embargo, esta efervescencia práctica eclipsó casi por completo la investigación de sus fundamentos teóricos y, sobre todo, el desarrollo de una formulación clara y libre de contradicciones.

No es de extrañar, por tanto, que el agudo Berkeley denunciase las incoherencias metafísicas en que incurrían los defensores del cálculo infinitesimal, quizás excesivamente cautivados por el valor práctico del nuevo descubrimiento y menos preocupados por la fijación de criterios nítidos que disipasen las sombras de la contradicción. En *The Analyst: A discourse addressed to an infidel mathematician*, de 1734, el sutil filósofo irlandés señala las innegables prestidigitaciones conceptuales propiciadas por los

matemáticos al servirse del cálculo infinitesimal. En particular, se detiene en la problemática y esquiva naturaleza del infinito. Y, en efecto, era difícil —por no decir imposible— comprender la idea misma de infinitésimo, de una cantidad infinitamente pequeña, pero siempre mayor que cero. Un valor tan evanescente no hacía sino semejar un artificio matemático desprovisto de fundamento sólido, un hechizo obrado por Newton y Leibniz cuya utilidad práctica parecía exonerarlo de cumplir las leyes de la lógica.

Por fortuna, la matemática decimonónica fue capaz de liberar el cálculo de su onerosa sujeción a la idea de infinito, que tantas dificultades teóricas había suscitado. Se logró así preservar la valiosa creación newtoniana y leibniziana, pero despojada de las perturbadoras alusiones a infinitésimos y demás cantidades cuasi místicas, más propias de la especulación filosófica que de la exactitud matemática tan alabada por Descartes. Así, Weierstrass y Cauchy demostraron que el cálculo infinitesimal no precisaba de la noción de infinito en acto, como es probable que pensara Leibniz,²¹ sino que bastaba con un correcto planteamiento de las ideas de límite y continuidad para asentar firmemente los pilares de tan brillante creación matemática. De hecho, la centralidad de los conceptos de límite y de continuidad para la elaboración del armazón teórico del cálculo parece haberla atisbado Newton en los *Principia Mathematica* (cf. I, sección I).²² Los infinitésimos en realidad constituirían cantidades finitas, minúsculas pero distintas de cero, y no un infinito actual que desatase toda clase de elucubraciones metafísicas, como las que pueden encontrarse en la *Enciclopedia de las Ciencias Filosóficas* de Hegel, siempre interesado en poner de relieve cómo en toda entidad finita late lo infinito, inmerso en una especulación de resonancias esotéricas, reminiscente de la célebre identificación entre el «macrocosmos» y el «microcosmos» en las tradiciones iniciáticas y alquímicas que tan cercanas conceptualmente se hallan a la metafísica del idealismo clásico alemán.

Si el tratamiento matemático del infinito goza de independencia con respecto a la fundación teórica del cálculo, la pregunta pertinente se refiere al método que debemos emplear para proceder a un estudio riguroso y sistemático de «aquello que carece de

21 Cf. Gerhardt, C.I. *Mathematische Schriften* VI, 235. 247. 252.

22 Cf. Russell, B. *The Principles of Mathematics*, 303.

fin». Es aquí donde entran en escena las profundas y revolucionarias investigaciones protagonizadas por Georg Cantor (1845-1918), sin duda el autor más original y fecundo en el estudio de un concepto que ha fascinado a la mente humana desde tiempos inmemoriales, y que todavía hoy despierta asombro, incertidumbre y veneración.

El trabajo de Cantor sobre el infinito puede dividirse en dos partes principales: el estudio de los cardinales «transfinitos» (la denominación que él mismo introdujo, pero que es en realidad sinónimo del término menos desconcertante y enigmático de «infinito») y el de los ordinales transfinitos. Dada la primacía expositiva de los cardinales transfinitos, si nos detenemos en la investigación de Cantor sobre este tipo de números contemplaremos las líneas maestras de su desarrollo y la suma relevancia que en ellas ostenta la teoría de conjuntos.

La belleza de la aproximación cantoriana al examen del infinito radica en su forma eminentemente constructiva. Desde el concepto básico de conjunto como colección de objetos, y de número como abstracción normalizadora de la cantidad de objetos que componen un conjunto, será capaz de levantar un imponente edificio matemático. En él, lo infinito no figura desgajado de lo finito, como una noción elusiva que la mente se ve obligada a yuxtaponer a lo finito, sino como la prolongación natural de lo finito, de modo que los mismos fundamentos teóricos que nos facultan para dotar de rigor a la aritmética elemental nos brindan también el andamiaje conceptual de la idea de infinito en sus distintas manifestaciones.

En una de sus investigaciones seminales,²³ Cantor ofrece la siguiente definición del número cardinal o *potencia*: «Potencia o número cardinal de M es aquella idea general que, mediante nuestra activa facultad de pensamiento, se deduce del conjunto M abstrayendo de la naturaleza de sus diversos elementos y del orden en que vienen dados». Como vemos, la definición no esconde mayores dificultades, pues simplemente nos informa de que la cardinalidad de un conjunto se refiere al número de elementos que lo integran, sin importar el orden en que aparezcan. En otras palabras: cada conjunto posee un número. Es evidente que Cantor toma como pre-

23 Cf. Cantor, G. «Beiträge zur Begründung der transfiniten Mengenlehre». *Mathematische Annalen* 46.4 (1895): 481-512.

supuesto la existencia de esta propiedad en cualquier conjunto,²⁴ pero se trata de una asunción tan legítima como el hecho mismo de contar, que nos retrotrae a la génesis de la actividad matemática humana. La asignación de un valor cuantitativo a un conjunto brota por tanto de la equiparación numérica de sus elementos, de manera que, más allá de sus características individuales, podemos conmen-surarlos mediante la atribución de un valor unitario a cada uno de ellos. De nuevo, este proceso de normalización remite a la esencia de cualquier cálculo numérico elemental.

Ahora bien, ¿cuáles son las propiedades de los números cardinales? Salta a la vista que puedo efectuar operaciones de adición, pues puedo establecer una sucesión entre ellos. Esta adición cumplirá la propiedad conmutativa $a + b = b + a$ y la propiedad asociativa $a + (b + c) = (a + c) + b$. En lo que respecta a la multiplicación, Cantor defiende que «si M y N son dos clases, podemos combinar cualquier elemento de M con cualquier elemento de N para formar un par (m, n) ; el número de pares será el producto de los números de M y N». Y, en efecto, no podemos olvidar que una multiplicación representa un tipo de suma. Si multiplico 3 por 5, en realidad estoy sumando $3+3+3+3+3$, esto es, cinco veces tres. Por combinatoria, la expresión 2^n nos permitirá calcular el número de clases que pueden construirse con n elementos.

2) Logicismo, intuicionismo y formalismo

Los trabajos de Cantor sobre los conjuntos no solo plantearon innovadoras ideas sobre el concepto de «infinito», sino que estimularon decisivamente la reflexión sobre los fundamentos de la matemática. Sin embargo, la posibilidad de sustentar el formidable edificio de las matemáticas sobre la teoría de conjuntos se veía obligada a encarar el desafío concomitante de solventar determinadas paradojas que se derivaban de la noción misma de conjunto. Por ello, la búsqueda de los fundamentos de la matemática desencadenó un debate apasionante sobre las bases mismas del razonamiento matemático y de los objetos sobre los que versa.²⁵

24 Cf. Russell, B. *The principles of mathematics*, 305.

25 Así, y en palabras del historiador Morris Kline, «la actividad más profunda de la matemática del siglo xx, con gran diferencia sobre las demás,

La más sólida de las ciencias, la matemática, aunque continuara entronizada en el supremo sitio de la exactitud, no pudo evitar someterse a un riguroso escrutinio de amplias resonancias filosóficas, que reveló la dificultad de encontrar fundamentos absolutamente incuestionables, auténticamente primigenios y totalmente purificados de cualquier alusión a la elección subjetiva. Aunque la conclusión de que cabe una pluralidad de fundamentaciones no tiene por qué afectar a la mayor parte de los campos de la matemática, donde se siguen alcanzando importantes resultados que, como en tiempos antiguos, no cesan de deslumbrarnos por su solidez, universalidad y belleza, las discusiones más profundas sobre la naturaleza de las matemáticas han puesto de manifiesto los límites de la mente humana cuando trata de hallar, heroicamente, un fundamento último e indisputable sobre el que sostener la actividad de la razón, también en sus formas más puras.

Tres escuelas sobresalen en el debate sobre los fundamentos de la matemática: el logicismo, el intuicionismo y el formalismo. Analicemos brevemente sus tesis principales.

Para el logicismo, las verdades matemáticas son analíticas en el sentido kantiano. El gigantesco edificio de las matemáticas puede entonces contemplarse como una vasta y redundante tautología. La matemática se basa en una serie de leyes generales a partir de las cuales se deducen las diferentes verdades. Estas leyes generales en realidad constituyen definiciones, amparadas en ellas mismas (pues erigen su propia fundamentación). Son, por tanto, autorreferenciales, pero responden a un principio de economía del pensamiento: el de deducir el mayor número posible de verdades desde el menor número posible de axiomas.

Frege, conspicuo exponente del logicismo, atribuye a los enunciados matemáticos una existencia independiente de la mente humana. Al contrario que los intuicionistas, piensa que la aritmética («la reina de las matemáticas» para Gauss, condensada en la teoría de números) es analítica, pues remitiría a verdades eternas de la

ha sido la investigación sobre sus propios fundamentos. Los problemas que les vinieron impuestos al respecto a los matemáticos, se refieren no solo a la naturaleza misma de la matemática, sino también a la validez de la matemática deductiva» (*El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días*. 1999, vol. III, 1562).

lógica que subsisten en algún tipo de cielo platónico, ajeno a las veleidades de la mente y a las vicisitudes del espacio y del tiempo. Frege es, en consecuencia, un realista ontológico (aunque no todos los logicistas tienen por qué ser realistas). Piensa que los objetos matemáticos existen con independencia de la mente humana, como poseedores de un referente real cuyo valor de verdad viene garantizado por las irrevocables leyes del pensamiento lógico. Para este autor, la matemática se deduce de la lógica: es una lógica de orden superior. Por supuesto, la expresión más aquilatada de esta perspectiva la encontramos en los *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell, quintaesencia de la reducción de la matemática a la lógica. La verdad de los enunciados matemáticos cede así el testigo de la fundamentación a la verdad de los enunciados lógicos, y éstos, a su vez, no pueden fundarse en ninguna verdad previa, sino que se alzan como genuinos primeros motores inmóviles de todo razonamiento.

Para Frege, podemos contar conjuntos sin emplear números; basta con compararlos con otros conjuntos para comprobar que existe una correspondencia biunívoca, es decir, que hay el mismo número de elementos en ambos conjuntos. Se trata de un procedimiento que ya había empleado Cantor en sus investigaciones sobre la teoría de conjuntos. Así, A es subconjunto de B si todos los elementos de A se encuentran en B, y A es subconjunto propio de B si todo elemento de A se encuentra en B y no todo elemento de B se halla en A. No hay problema en que un conjunto infinito sea subconjunto propio de sí mismo. Sabemos, desde Cantor, que existen más números reales que números naturales, por lo que no se da una correspondencia biunívoca entre el conjunto de los números naturales y el conjunto de los números reales. Cabe determinar el número de objetos de un conjunto no mediante la vaga apelación al concepto de «contar», a la «intuición» de que estoy designando elementos yuxtapuestos (como parecería colegirse desde el enfoque intuicionista de Kronecker y Brouwer), sino que, en el logicismo, el cómputo se reduce a una precisa operación lógica: la comparación de un conjunto con otro y la elucidación de las relaciones que guardan sus elementos. Dos conjuntos A y B serán entonces equinumericos si existe una correspondencia biunívoca entre los objetos que caen bajo sus respectivos dominios. Según el principio de Hume, para cualquier concepto A y B, el número de A es igual

al número de B si y solo si A y B son equinumericos. Estamos ante un importante principio de la filosofía de las matemáticas.

La escuela formalista presenta estrechas conexiones epistemológicas con la logicista, aunque el realismo ontológico latente en ciertos autores se atenúa e incluso desaparece. Para los formalistas, los enunciados matemáticos obedecen también a procedimientos axiomáticos de raigambre lógica, pero, por lo general (al menos en el caso de Hilbert), no suelen creer que los objetos matemáticos existan con independencia de la mente, enraizados en un paraíso pitagórico. Las matemáticas son simplemente el resultado de elaborar una teoría axiomática, integrada por un conjunto de oraciones y unas reglas de inferencia. De nuevo, ambas se justifican por sí mismas y no pueden encontrar su fundamento en leyes más básicas del pensamiento. Los axiomas, u oraciones de partida, constituyen oraciones independientes y no son deducibles de una verdad antecedente. El conjunto de axiomas que vertebra la geometría euclídea no es, desde luego, necesario. Si lo fuera, bastaría con omitir uno de los axiomas para que el fabuloso templo de las verdades geométricas se viniera abajo e incurriera en sonoras contradicciones, pero el descubrimiento de las geometrías no euclídeas a comienzos del siglo XIX puso de relieve que podemos prescindir del quinto axioma, el de las paralelas, sin abismarnos en la oscuridad de la contradicción. La geometría no es, por tanto, el fruto de ningún juicio sintético *a priori*, que goce de universalidad y necesidad, sino que brota de una actividad libre del espíritu y responde a criterios meramente funcionales, como el de deducir el mayor número de verdades desde el menor número de presupuestos.

La metamatemática, es decir, el estudio de las propiedades de las teorías axiomáticas, implica para los formalistas la consideración de la actividad matemática como una manipulación de signos, guiada, claro está, por un conjunto de reglas. Cada rama de la matemática posee un vocabulario, unos símbolos conjugables mediante reglas. Si, para el intuicionismo, los objetos matemáticos no moran en ninguna dimensión de la realidad, sino que dimanar de la actividad constructiva de la mente, como productos del espíritu humano, el formalismo ofrece una interesante síntesis de logicismo e intuicionismo. Despoja los objetos matemáticos del grado de perennidad y misticismo platonizante que

ostentaban en el logicismo fregeano, pero adopta una perspectiva que, al conferir gran importancia a las reglas de transformación, incide significativamente en las propiedades analíticas de las teorías matemáticas. Por ello, en esta escuela resuenan, de modo innegable, los ecos de la devoción logicista por el estudio de las reglas formales y de las correctas metodologías deductivas a la hora de fundamentar la verdad de los enunciados matemáticos. La noción clave es siempre la de consistencia: la verdad de una teoría matemática no depende de su correcta referencia a objetos extramatemáticos que justifiquen su valor de verdad desde su propia ontología, sino del uso consistente de objetos y reglas para evitar la contradicción.

Para los formalistas, las teorías matemáticas no hablan de objetos, de referentes externos a la mera manipulación de reglas y de símbolos, pues en el juego con reglas formales es donde reside el verdadero objeto de la matemática. Al enfatizar la forma y diluir el contenido, los formalistas asumen una ontología económica, metafísicamente neutra y constitutivamente parsimoniosa. La actividad matemática se asemeja entonces a un juego que cumple determinadas reglas formales, cuya justificación reside en ellas mismas, en un principio de utilidad, en una versión aderezada de la navaja de Ockham. La matemática emerge como un enorme sistema deductivo que parte de principios sencillos y clarividentes. Estos principios, junto con un principio de reglas, permiten transitar de unas oraciones a otras atendiendo exclusivamente a la forma de los enunciados. Sin embargo, estas reglas no pueden esconder su relativa arbitrariedad. Es vano ansiar una fundamentación absoluta de la matemática, porque no podemos remitir sus reglas más básicas a unos principios primordiales. Peano no tuvo más remedio que definir una serie de elementos primarios (función sucesor, suma, multiplicador, número cero, constantes individuales...), equiparables a signos de objetos, para, mediante la adición de unos axiomas, deducir la aritmética elemental. Redujo así la aritmética a un conjunto de axiomas aplicados sobre un conjunto de signos. Por ejemplo, puedo obtener cualquier número natural desde el cero, pues basta con realizar un número finito de aplicaciones de la función sucesor.

Desde la óptica formalista, la matemática puede interpretarse como un conjunto de reglas, incapaz de justificar los principios

mediante los que opera. La relación de consecuencia lógica, que permite preservar el valor de verdad del antecedente al consecuente y que, por tanto, representa el auténtico nervio del razonamiento lógico, viene determinada por el vocabulario lógico que haya empleado. Los axiomas de una teoría metamatemática son tanto axiomas como definiciones de los símbolos primitivos que figuran en ellos.

Gracias a Gödel, sabemos que existe un límite para toda tentativa de extender el razonamiento formalista hasta abarcar la totalidad de verdades deducibles en la aritmética de Peano. Mediante métodos finitarios como los propuestos por Hilbert es imposible probar la consistencia de una teoría axiomática. No puedo, por tanto, axiomatizar la aritmética de modo consistente y completo. Además, la consistencia de una teoría axiomática no puede probarse con esa misma teoría.

2.4.1.3. Axiomática, fundamentación y presupuestos

La matemática contemporánea se basa en el sistema axiomático ZFC (Zermelo-Fraenkel y la hipótesis del continuo), tomado como consistente —es decir, como libre de contradicción—. Por tanto, y en virtud del primer teorema de incompletitud de Gödel, la matemática, tal y como se estructura actualmente, no puede constituir un conjunto axiomático completo. De hecho, y de acuerdo con el segundo teorema de incompletitud, si ZFC es consistente, no podemos probar su consistencia. La matemática se halla atrapada por esta imposibilidad, pues mediante métodos puramente matemáticos no podemos demostrar su consistencia.

Necesitamos al menos dos nociones primitivas para establecer relaciones significativas en el seno del sistema ZFC: las de conjunto y pertenencia. El elemento de un conjunto no es, en sí mismo, una noción primitiva, porque siempre podemos definirlo como subconjunto (y, por tanto, como un conjunto real). Así, es difícil creer que una mente, por elevada y luminosa que se revelase, conseguiría identificar una explicación final y absolutamente fundada de la estructura del pensamiento, reducible a un único concepto primitivo dotado de pleno poder explicativo y generador. Además, ideas como «existe» y «para cada» se consideran evidentes.

Los axiomas de la teoría de conjuntos de Zermelo-Fraenkel son los siguientes:

- El axioma de extensionalidad: si X e Y tienen los mismos elementos, entonces $X=Y$.
- El axioma del conjunto vacío: existe un conjunto que carece de elementos.
- El axioma de pares: dados cualesquiera conjuntos X e Y , existe un conjunto cuyos elementos se encuentran en X e Y .
- El axioma de unión: dado un conjunto X , la unión de todos los elementos de X es un conjunto.
- El axioma del conjunto potencia: dado cualquier conjunto X , existe un conjunto que contiene todos los subconjuntos de X .
- El axioma de separación: dados cualquier conjunto X y una fórmula cualquiera $p(x)$ que vale para todo $x \in X$, entonces hay un conjunto $\{x | p(x) \text{ es verdadero}\}$.
- El axioma de reemplazo: dados cualquier conjunto X y cualquier función f definida en X , la imagen $f(X)$ es un conjunto.
- El axioma de infinitud: existe un conjunto X con infinitos miembros.
- El axioma de regularidad: cualquier conjunto X no vacío contiene un miembro x tal que X y x son disjuntos.

Por su parte, el axioma de elección establece que, para cada familia de conjuntos no vacíos, existe otro conjunto que contiene un elemento de cada uno de ellos.

Así, el concepto clave es el de relación entre conjuntos; o, de manera más genérica, el de posibilidad de formar relaciones, tal y como se recoge en el cuarto axioma (esta axiomatización es similar a la de von Neumann-Bernays-Gödel, aunque esta última emplea la noción primitiva de clase como concepto aún más fundamental que el de conjunto). Su estructura gravita en torno a la posibilidad de extender un conjunto, de crear un tercer conjunto desde dos conjuntos dados, de unir y reemplazar conjuntos, de constituir un conjunto vacío, etc. Por tanto, puede decirse que los axiomas tratan de justificar la posibilidad de relacionar conjuntos. Propiedades como la infinitización y la regularidad se hallan presentes, de hecho, en prácticamente todas las formulaciones axiomáticas de la teoría de conjuntos (también en la de Morse-Kelley).

Por arbitraria que se nos antoje la elección de los axiomas, es inevitable que las distintas axiomatizaciones converjan en una serie de características compartidas, reflejo de la universalidad del razonamiento. Mediante estas categorías fundamentales, a las que es preciso añadir constantes lógicas («no», «y», «o», «si y solo si»...; algunas son ciertamente reducibles a otras) y determinados cuantificadores aplicados a funciones y variables, parece posible diseñar lenguajes lógicos lo suficientemente poderosos como para formalizar cualquier manifestación del razonamiento humano. Cabría incluir también adverbios modales, aunque podríamos interpretarlos como tipos de predicado. Algunos de estos elementos contribuyen principalmente a la extensión de la proposición (a sus referentes potenciales), mientras que otros afectan ante todo a su intensidad (a sus sentidos potenciales).

El presupuesto más básico del que parte cualquier teoría de conjuntos axiomatizada apunta entonces a la posibilidad de formar un conjunto. Si en la experiencia ordinaria no siempre es sensato agrupar objetos heterogéneos, el pensamiento humano se ve legitimado para establecer cualquier clase de conjunto, incluso un conjunto vacío, privado de elementos. En el ámbito del pensamiento puro no existe una prohibición clara que nos vete articular cualquier clase de elementos dentro de un conjunto, por lo que la opción de agrupar cualquier tipo de elementos (o, en su versión negativa, la ausencia de una prohibición que lo impida) parece poseer un carácter fundamental. Ni siquiera nos vemos obligados a postular la posibilidad de agrupar más de un objeto, sino a considerar cualquier objeto individual como parte potencial de un conjunto, susceptible de contemplarse como un conjunto de elementos aún más básicos, sin límite conocido: $\forall a(a \in A)$

Desde esta perspectiva, la noción de correlación se perfila como un concepto capital para estudiar los conjuntos.

Por ejemplo, si elevamos al cuadrado la serie bien ordenada de los números naturales, establecemos una correlación de este tipo:

n	n^2
1	1
2	4
3	9
...	...

Esta operación nos permite fijar una correlación biyectiva (al trazar un mapa biyectivo de X a Y) entre el conjunto de los números naturales y el de sus cuadrados.

Entender cualquier conjunto, o cualquier elemento insertado en el seno de un conjunto, puede comprenderse como la tentativa de crear un plano donde sea posible proyectar los elementos de un conjunto mediante una operación concreta. Podemos dibujar un plano con los números naturales en el eje de las abscisas y con sus cuadrados en el de las ordenadas, tal que para cada elemento n del conjunto integrado por todos los números naturales haya un elemento correspondiente n^2 del conjunto compuesto por los cuadrados de los números naturales. El plano puede interpretarse como el espacio formal que contiene el conjunto de todos los elementos posibles agrupables de acuerdo con la norma decretada por un tipo específico de correlación.

Por tanto, correlacionar implica añadir una nueva dimensión a la del conjunto inicial. Dos premisas fundamentales subyacen a este proceso: la posibilidad de trazar una línea con los elementos del primer conjunto (tal que se dispongan en la misma dimensión, por ejemplo en el eje de abscisas) y la legitimidad de dibujar una línea adicional, ortogonal a la primera. Desde un prisma puramente conceptual, las operaciones primitivas de la definición son: *agrupación* (la posibilidad de formar un conjunto), *computación* (la posibilidad de calcular la cardinalidad del conjunto, al abstraer de la naturaleza de los distintos elementos y del orden en que se presentan, tal y como la definiera Cantor en *Mathematische Annalen* XLVI, 1), *secuenciación* (formalmente, la posibilidad de enumerar los elementos) y *correlación* (la posibilidad de relacionar binariamente dos conjuntos gracias al esclarecimiento de la operación que los vincula).

¿Son entonces las matemáticas una inmensa tautología, donde no obtengo información que no se halle implícita en mis premisas iniciales? En cierto sentido, sí, pero esta conclusión no resta un ápice de valor al razonamiento matemático, basado en cadenas de inferencias recurrentes. Ninguna mente conocida, ni siquiera la de un avanzadísimo computador, goza de suficiente potencia como para percibir de inmediato la totalidad de verdades matemáticas demostrables y el itinerario lógico que permite deducirlas armoniosamente desde un número finito de axiomas; una mente

que, con solo contemplar el conjunto de principios y definiciones de partida, lograrse captar al unísono todas las verdades de esta ciencia. Hay demasiada complejidad condensada en un pequeño número de axiomas y reglas de inferencia; una potencia formal excesivamente grande para cualquier intelecto.

No debemos olvidar que el estudio de los principios de la lógica y de las matemáticas ha puesto de relieve la posibilidad de una pluralidad de fundamentaciones. No existe una única instancia trascendente donde se decida unívocamente la verdad de las proposiciones matemáticas. Este politeísmo de fundamentos representa el triunfo de la creatividad y la imaginación. Sin embargo, cabe preguntarse si en un futuro mentes mucho más evolucionadas que las nuestras llegarán a descubrir el fundamento último, la verdadera génesis de la matemática. Pero incluso en ese escenario, ¿sería posible vencer la sombra de la autorreferencia, o ésta jamás cesaría de proyectarse sobre cualquier proceso racional? ¿Cundiría entonces la más punzante desazón, o deberíamos más bien continuar embarcados en la evanescente empresa de la búsqueda de un fundamento último?

2.4.2. Leyes físicas

2.4.2.1. La racionalidad de la naturaleza: constantes, partículas y fuerzas

Uno de los grandes visionarios de la historia de la humanidad, Demócrito de Abdera, conjeturó en el siglo v a.C. que la realidad se hallaba compuesta por minúsculas e indivisibles partículas, que él denominó «átomos». La materia, el tejido más profundo del universo, consistiría por tanto en un número incalculable de entidades ínfimas, pero no infinitamente divisibles, no infinitésimas, sino dotadas de una mínima estructura.

Cuando examinamos el desarrollo del pensamiento, no podemos dejar de sentir una honda admiración por quienes lograron adelantarse siglos e incluso milenios al estado del conocimiento de su época. Sin microscopios electrónicos, sin tablas periódicas, sin acceso a técnicas y a conceptos que hoy consideramos esenciales para una correcta comprensión de la naturaleza..., fue el extraordinario poder de su inteligencia la fuerza que les permitió

elevarse a cimas asombrosas de clarividencia científica. Porque, en efecto, es difícil pensar en una mezcla más fecunda y multiplicativa que la síntesis de razón e imaginación.

Hoy sabemos que los átomos no representan los ladrillos últimos del cosmos, pero la posteridad parece haber confirmado la intuición básica de Demócrito sobre la existencia de unidades primarias, sustentadoras de las formidables organizaciones materiales del universo.

Por «materia» adoptaremos una acepción muy laxa, que incorpore tanto la materia ordinaria como la antimateria, la radiación y la materia oscura (materia no bariónica que ejerce una función esencial en la formación de estructuras cósmicas a gran escala y en su desarrollo ulterior), así como la energía oscura: la totalidad de lo real, el conjunto de la naturaleza tal y como resulta cognoscible para la física; o, en otras palabras, todas las estructuras y propiedades del universo potencialmente accesibles a la mente humana.

En lo sustancial, la mente humana ha identificado tres grandes patrones de racionalidad en la naturaleza: las partículas elementales (que desempeñan un papel similar al de los átomos de Demócrito), las leyes del universo y las constantes fundamentales. Por racionalidad natural entendemos la «lógica del mundo», concebida como procedimiento de acuerdo con reglas, o la legitimidad de preguntarse por qué las cosas son como son, tal que un fenómeno deba fundarse sobre elementos explicativos más básicos y abarcadores. No podemos estar seguros de que este proceso se detenga ante una frontera final, ante un «primer motor inmóvil» explicativo, pues quizás se prolongue *ad infinitum*.

El hecho de que la naturaleza sea «racional» —en el sentido de estar gobernada por leyes—, y que la mente humana sea capaz de aprehender y expandir esta racionalidad, nos permite entender por qué algunos importantes desarrollos teóricos de la física han generado predicciones luego confirmadas empíricamente. Uno de los mejores ejemplos nos lo brinda la ecuación de Dirac, expresión relativista consistente con la mecánica cuántica que, cuando se alumbró, sugería la existencia de una forma desconocida de materia: la antimateria. El descubrimiento experimental de la antimateria representó uno de los mayores triunfos de la física teórica, comparable a la predicción de Maxwell de las ondas electromagnéticas y a algunas de las implicaciones más conspicuas

de la teoría general de la relatividad de Einstein. Por supuesto, en muchos casos ha sido la experiencia, en lugar de la teoría, la que ha desencadenado progresos fundamentales en la física. El hallazgo del efecto Lamb (una diferencia de energía entre dos niveles que no había sido predicha por la ecuación de Dirac) fue esencial en la formulación de la electrodinámica cuántica, al igual que los efectos fotoeléctrico y Compton resultaron clave en las fases más tempranas de la teoría cuántica.

Con estos tres grandes conjuntos de entidades explicativas es posible justificar una cantidad ingente de fenómenos naturales. Claro está que nuestra comprensión de la realidad física es, casi con toda seguridad, incompleta, por lo que será preciso añadir otros campos semánticos para englobar nuevos fenómenos, pero es altamente improbable que lo ya conocido pierda por completo su validez en su ámbito de aplicación.

Comencemos por las constantes fundamentales de la naturaleza. La presencia de cantidades cuyo valor —casi con absoluta certeza— no se altera nunca en el universo no puede dejar de maravillarnos. Ajenos al influjo del espacio y al hechizo del tiempo, estos números vertebran los conocimientos físicos disponibles y aparecen inevitablemente en las ecuaciones que delinean el devenir de la naturaleza. No es sencillo discernir las intrincadas conexiones que quizás las relacionen mutuamente y de manera universal, pero lo cierto es que magnitudes como la constante de Planck, la velocidad de la luz en el vacío, la constante universal de gravitación o la permeabilidad eléctrica del vacío evocan permanencia, un patrón de racionalidad que persiste más allá de las vicisitudes de los distintos modelos teóricos creados por la mente humana, siempre sujetos a las leyes ineluctables del perfeccionamiento y la falibilidad. ¿Por qué existen estas constantes y no otras? ¿Descubriremos nuevas constantes? ¿Cuál es la más básica y de qué modo preciso se derivan de ella las restantes? En los inicios del universo, en la aurora de estos patrones de racionalidad inmutables a lo largo y ancho del cosmos, ¿qué constantes gobernaban la naturaleza?

En cuanto a las partículas elementales, el modelo estándar distingue tres clases: los fermiones, los bosones gauge y el bosón de Higgs.

Los fermiones cumplen el principio de exclusión de Pauli, una ley fundamental para la constitución de los átomos. Establece que

la función de onda total para dos fermiones debe ser antisimétrica con respecto al intercambio de las partículas.²⁶ Según esta norma de la naturaleza, dos electrones (un tipo de fermión con carga perteneciente a la familia de los leptones) cualesquiera no pueden tener los mismos números cuánticos, por lo que no pueden ocupar los mismos estados energéticos dentro del átomo. Sin este principio no podríamos explicar cómo se disponen las partículas en el seno de las distintas estructuras materiales. Para entender el comportamiento de los fermiones necesitamos la estadística de Fermi-Dirac, que nos proporciona su distribución energética en función de la temperatura absoluta T , el potencial químico μ y la constante de Boltzmann: $\eta(\varepsilon, T) = \frac{g_i}{e^{\frac{(\varepsilon - \mu)}{kT}} + 1}$. Los bosones, por el contrario, evocan la quintaesencia de la simetría y satisfacen la estadística de Bose-Einstein: $\eta(\varepsilon, T) = \frac{g_i}{e^{\frac{(\varepsilon - \mu)}{kT}} - 1}$. Una pregunta importante de la física versará entonces sobre el porqué de la existencia de fermiones y bosones.

Toda partícula posee una serie de propiedades claramente definidas: masa, carga, color... En el caso de las partículas elementales se supone también que carecen de una estructura interna; por tanto, no podrían dividirse en elementos aún más fundamentales. Ignoramos si los valores que cuantifican estas propiedades permanecen inmutables o si son susceptibles de modificación. De hecho, uno de los grandes retos de la física estriba en descubrir por qué adoptan semejantes cantidades en lugar de otras. No parecen magnitudes azarosas, sino delimitables en un marco teórico. Además, es legítimo creer que todas las partículas están conectadas de una u otra forma, pues lejos de alzarse como ra-

26 De manera más rigurosa, encontramos que el operador «permutación», capaz de intercambiar las partículas i -ésima y j -ésima, sigue esta regla $P_{ij}|N \text{ fermiones idénticos}\rangle = -|N \text{ fermiones idénticos}\rangle$, mientras que para los bosones tenemos $P_{ij}|N \text{ identical bosons}\rangle = +|N \text{ identical bosons}\rangle$. Dos electrones libres cualesquiera serían, así, indistinguibles. Incluso si tomáramos en consideración el hecho de que nunca podrían coincidir en sus respectivas ubicaciones, la mecánica cuántica nos enseña que no es posible atribuir el concepto de «localización espaciotemporal» a un electrón, sino que más bien nos vemos obligados a hablar en términos de «distribuciones de probabilidad», cuyas formas matemáticas serían esencialmente idénticas en torno a determinados puntos espaciotemporales.

mas superfluas o elongaciones redundantes, parecen igualmente enraizadas en las leyes más profundas de la naturaleza. Así, las características específicas de las partículas elementales y de sus relaciones mutuas claman por una explicación, esclarecedora de la racionalidad que las gobierna.

Si nos atenemos a estas consideraciones, ¿qué verdad hay en un famoso principio atribuido Leibniz: «*Particula in minima micat integer orbis*», «el universo entero se refleja en la partícula más pequeña?

En primera aproximación, la frase se nos antoja patentemente errónea. El universo entero no resplandece en cada uno de sus elementos. Existe una prodigiosa variedad de objetos y situaciones cuya innegable heterogeneidad nos impide sostener que la totalidad del cosmos se reproduce, como un fractal interminable, en cada una de sus partes. Este punto del universo no es en absoluto igual a otros puntos, ni siquiera a los ubicados en su proximidad.

Sin embargo, podemos adoptar una perspectiva distinta. Si limitamos nuestro análisis al universo conocido (o, de forma más rigurosa, al universo que puede modelarse de acuerdo con la física ordinaria), todo se encuentra compuesto en último término por las mismas partículas elementales, como los quarks y los leptones. Olvidemos por un momento la materia y la energía oscuras. Es un requisito cuando menos audaz, dado que ambas parecen representar casi el 95% de la materia (el interrogante «por qué, además de la materia ordinaria descrita por el modelo estándar, existen la materia y la energía oscuras» se perfila así como uno de los mayores misterios de la física). Lo cierto es que todo se yergue como fruto de la combinación de los mismos elementos, pero en diferentes cantidades y proporciones. Por ello, no es descabellado pensar que en cada punto del «universo estándar» se halla representado todo el universo, a través de entidades idénticas agregadas de modos distintos. La vasta multiplicidad del universo puede entonces reducirse a un número muy pequeño de disposiciones fundamentales que, en sus interacciones espaciotemporales, generan la insondable riqueza del cosmos.

Las partículas elementales pueden interpretarse como los ladrillos del universo. Las leyes simbolizan el cemento que une los distintos constituyentes vinculados en el edificio de la naturaleza. En palabras de William James: «Las leyes de la naturaleza

no son otra cosa que los hábitos inmutables que las diferentes clases elementales de materia siguen en sus acciones y reacciones mutuas». ²⁷ La capacidad humana para reconocer leyes en la naturaleza no parece responder a los arbitrios de nuestra psicología, ansiosa por identificar patrones rígidos y previsibles; más bien se sustenta en una evidencia inapelable: la realidad se comporta de acuerdo con leyes que actúan como reglas operativas, cuyas promulgaciones se aplican sobre las premisas de este colosal razonamiento materializado que es el universo.

Como es bien sabido, las partículas mediadoras de la fuerza, los bosones, son responsables de transmitir las interacciones fundamentales que rigen el comportamiento de la materia. Sin embargo, carecemos de una unificación satisfactoria de, por un lado, el electromagnetismo, la fuerza nuclear débil y la nuclear fuerte y, por otro, la gravedad. Esta última, bellamente descrita por esa síntesis de mecánica y geometría que articula una de las mayores conquistas intelectuales de la mente humana —la teoría general de la relatividad—, es la más elusiva de todas. La gravedad exhibe un carácter especial, prácticamente irreductible, porque sus componentes definen propiedades en el espacio-tiempo. A diferencia de lo que sucede con el electromagnetismo, en la gravedad el espacio-tiempo desempeña un papel activo, peculiaridad que dificulta en grado sumo su armonización con las otras interacciones fundamentales. Ciertamente, se han propuesto ambiciosos marcos teóricos para resolver este problema. El más célebre es la teoría de cuerdas, pero a falta de confirmaciones experimentales, es complicado —por no decir imposible— valorar la exactitud de sus enunciados, más allá del mérito indudable de haber diseñado sofisticadas herramientas matemáticas para identificar un estrato aún más fundamental de la materia, el de las vibraciones de entidades primarias llamadas «cuerdas», común a las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza.

Aunque las partículas mediadoras sean las encargadas de transmitir las interacciones elementales de la naturaleza, no deja de sorprender que todas ellas se subordinen a leyes fundamentales, a reglas que gobiernan los intercambios energéticos y los movimientos de los constituyentes básicos de la naturaleza. Las leyes

27 *The Principles of Psychology*, cap. 4.

semejan modelos inspirados en el dato irreductible de que el universo manifiesta una estructura en lugar de otra, una función en lugar de otra; lo que Newton, en su *Óptica*, señala como «*Nature consonant and conformable to herself*»: la naturaleza que dicta su propia norma, con independencia de la subjetividad humana.²⁸ Sin embargo, también pueden contemplarse como las reglas operativas concomitantes: como el razonamiento que discurre en paralelo a los hechos, como el código mediante el cual se transfiere la información en el universo.

Las leyes se alzan entonces como necesidades funcionales derivadas de determinadas disposiciones estructurales. Dado que la materia, el espacio y el tiempo están en último término vinculados de manera inextricable, la estructura (disposición material) en su evolución espaciotemporal implica unas leyes sobre cómo puede, eventualmente, llevarse a cabo («accionarse») ese despliegue en unas condiciones de contorno. O, a la inversa, puede decirse que esa conformación espaciotemporal condiciona la estructura. Como la separación entre estructura y función adolece, en realidad, de cierta artificiosidad, pues es difícil precisar cuál es causa y cuál es efecto, las leyes pueden interpretarse como las manifestaciones espaciotemporales de la materia.

2.4.2.2. Leyes universales y leyes locales

En la presencia de leyes universales y locales que presiden los diferentes sistemas de la naturaleza encontramos la cristalización de un fenómeno fascinante. Nada fluye en vano en la naturaleza. De nuevo, las palabras de Newton son esclarecedoras: «La naturaleza se complace en la simplicidad, y rechaza la pompa de causas superfluas».²⁹ Incluso el caos puede determinarse y subsumirse en principios matemáticos y físicos; incluso las probabilidades cuánticas son delimitables y calculables a partir de la ecuación de

28 Las reflexiones de Murray Gell-Mann sobre esta profunda sentencia newtoniana resultan enormemente inspiradoras; cf. Gell-Mann, M. (1996). *Nature conformable to herself: Some arguments for a unified theory of the universe. Complexity*, 1(4), 9-12.

29 Primera regla del razonamiento en filosofía natural, *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

Schrödinger,³⁰ que en mecánica cuántica goza de una importancia similar a la de la segunda ley del movimiento de la física clásica.

Más aún, resulta cuando menos sugerente descubrir que la forma en que el azar aparece en muchos fenómenos naturales y sociales tiende a seguir una distribución normal que la mente humana, amparada en el vigor del razonamiento analítico, ha logrado deducir y aplicar fructíferamente. Aludimos, por supuesto, a la famosa curva gaussiana, cuya hermosa forma geométrica se halla gobernada por una perfecta y evocadora simetría.

Y, en efecto, la racionalidad no se ve comprometida por depender de probabilidades. Una decisión, una idea o una conducta serán racionales no por trascender el ámbito de las probabilidades estadísticas para acceder al esquivo reino de las certezas apodícticas, sino por relacionar adecuadamente las premisas y las consecuencias. Gracias a este proceso, se impone una especie de «necesidad» en la lógica con cuyas herramientas trabaja la mente. La racionalidad es así anterior a la conciencia de que nuestro conocimiento se encuentra limitado tanto en su naturaleza como en su alcance.

Una ley científica —la formalización de una ley natural dentro de un modelo teórico— puede interpretarse como una proposición que, en un nivel específico de análisis, no es reducible a un principio más fundamental. Cuando trazamos el origen de estas leyes al nivel atómico, nos percatamos de su carácter estadístico. Sin embargo, esta constatación no invalida su condición de leyes, porque el agregado de fenómenos estadísticos es susceptible de condensarse en un proceso determinista, al menos en el plano macroscópico. Ciertamente, una ley siempre apunta a un conjunto de condiciones ideales que demarcan su rango de aplicación. Si afirmo que, sobre la superficie de la Tierra, cualquier objeto lanzado con una velocidad inicial en el eje de las abscisas describirá una trayectoria parabólica, está claro que si arrojo una pluma habré de tener en cuenta el efecto del aire, cuya fricción la desviará de la forma geométrica ideal que debería seguir.

30 Esta ecuación puede escribirse como $\hat{H}\psi = E\psi$, donde $\hat{H}$ representa el operador hamiltoniano y E la energía del sistema; o $\left(\frac{-\hbar^2}{2\mu}\nabla^2 + V(r)\right)\psi(r) = E\psi(r)$, si tomamos en consideración la dependencia temporal y soslayamos los efectos relativistas.

De hecho, si conociéramos el mecanismo exacto, prolijo, de un fenómeno, estableceríamos no una conexión probable entre el estado inicial y el estado subsiguiente, sino un vínculo necesario, dada la íntima imbricación que existe entre función y estructura. Impugnarlo, dejarlo todo a merced de inferencias meramente probabilísticas, implicaría suponer que la naturaleza se reinventa continuamente a sí misma y reniega de la eficiencia, como si modificara constante y asistemáticamente la dependencia entre una cierta estructura y una función concomitante. Mas, ¿qué significa «certeza absoluta»? ¿Acaso una certeza matemática, indubitable, tan sólida como el teorema de Pitágoras en la geometría euclídea? Obviamente no. Incluso sin tener en cuenta las probabilidades cuánticas, es evidente que nunca alcanzamos certeza absoluta en nuestro conocimiento del mundo, porque nunca se repiten exactamente las mismas condiciones a partir de las cuales hemos extraído los principios que guían nuestros razonamientos en esa situación concreta. Este aspecto no confuta, en cualquier caso, la viabilidad de un conocimiento tan altamente probable que, a efectos prácticos, se nos antoje casi certero, porque lo improbable sería creer que la naturaleza se traiciona a sí misma ante las mismas condiciones.

Además, la mente humana no ha conseguido identificar una única ley de la naturaleza, sino un elenco de leyes con dominios de aplicación diferentes, si bien ocasionalmente convergentes. Por ello, es imposible discernir una ley de validez universal y absoluta, esto es, una ley que abarque todas las situaciones físicas conocidas. Así pues, semejante certeza absoluta, que exigiría un conocimiento absoluto de todas las condiciones potenciales del universo, nos resulta inasequible.

Hay algo de arbitrariedad en esta concepción, dado que la frontera entre los distintos niveles suele ser ambigua. Sin embargo, es lícito pensar que todas las leyes referidas a los niveles superiores de complejidad deberían sustentarse, en último término, sobre leyes más básicas, quizás sobre la *ley más fundamental*, estructural (como la ley que sostiene las leyes menos universales) y cronológicamente (como la primera ley de la que surgieron las restantes leyes en la historia del universo).

Por otra parte, es importante advertir que cuando exploramos los niveles más profundos de la naturaleza, la «realidad» se convierte en una noción más indefinida. Mientras que en el plano

macroscópico parece relativamente simple distinguir una onda de una partícula, nuestra comprensión de los estratos más fundamentales de la naturaleza ha puesto de relieve que la materia no puede dividirse selectivamente en ondas y partículas; ni los datos experimentales ni la búsqueda de consistencia teórica lo permiten. En su fundamento último (al menos según nuestro conocimiento presente), la realidad material consiste tanto en ondas como en partículas. Sin temor a perder generalidad y completitud, podemos decir que *es tanto* onda como partícula.

Tradicionalmente, el modo en que hemos entendido el comportamiento de la materia ha sido dualista, pero podemos albergar la esperanza de que finalmente logremos una comprensión unitaria de la realidad.

Louis de Broglie merece un reconocimiento incuestionable por haber protagonizado uno de los descubrimientos más bellos de la historia de la ciencia. Según la famosa ecuación que lleva su nombre, y que relaciona el momento de una partícula con su longitud de onda ($\lambda = \frac{h}{p}$), cualquier partícula posee una longitud de onda asociada. Simple y poderosa como las grandes verdades de la naturaleza, esta ecuación contiene la quintaesencia de la mecánica cuántica, teoría que versa sobre objetos de la experiencia conceptualizables como ondas —realidades continuas— y partículas —realidades atómicas y discontinuas—. La génesis de una idea tan brillante debe buscarse en otra intuición igualmente profunda. Si Einstein se había aventurado a aplicar la noción de «partícula» a las ondas luminosas (lo que supuso un hito para la imagen cuántica de la naturaleza: la introducción del cuanto de luz),³¹ De Broglie obró a la inversa y trató de describir la partícula como onda. Sin la importancia que atesora este hallazgo es imposible comprender el asombroso despliegue de creatividad que, en pocos años (entre 1924 y 1928), sentó los cimientos de la mecánica cuántica.

La ambigüedad fundamental entre ondas y partículas parece así reflejar una propiedad primaria de lo real. Sin embargo, cuando abordamos los niveles superiores de complejidad, los mundos meso y macroscópico, este carácter unitario e «integrador» cede

31 Cf. Einstein, A. (1905). Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Annalen der physik*, 322(6), 132-148.

el testigo a la conocida dualidad entre ondas y partículas, como si la realidad hubiese experimentado un proceso de «compactación», cuyas consecuencia más evocadora estribaría en la posibilidad de definir y determinar (idea que, por supuesto, guarda un estrecho paralelismo con la «decoherencia cuántica»).

En su significado más profundo, la realidad no es ni continua ni discontinua. La regla de Born nos ilustra sobre este carácter evanescente de las entidades materiales. En términos estrictos, esta regla debería considerarse una ley fundamental de la naturaleza, dada la dificultad de deducirla desde principios mecanocuánticos más básicos. Establece que el cuadrado de la magnitud de la función de onda de una partícula ($|\psi(x, y, z)|^2$) ha de interpretarse como la densidad de probabilidad de encontrar la partícula en cada punto del espacio y en un instante de tiempo.

La mecánica cuántica nos permite entonces calcular el rango de probabilidades de que una entidad material aparezca en determinadas regiones del espacio en un instante dado. No nos proporciona, empero, la posición *exacta*, si es que este concepto posee un significado filosófico preciso, pues ni siquiera Laplace podría haber admitido la posibilidad de conocer algo con absoluta exactitud. Como es bien sabido, esta característica de la cuántica a menudo suscita el debate sobre la categoría filosófica de «causalidad» y su idoneidad para racionalizar los fenómenos del mundo subatómico. No obstante, y sin invocar una noción tan discutible como la de «variables ocultas», parece innegable que el formalismo cuántico es capaz de indicarnos, con portentoso rigor, en qué puntos se concentran los valores más probables; ¿no nos ofrece entonces, concomitantemente, un conato de explicación causal, un amago de razón suficiente, un tenue mecanismo de por qué es más probable localizar la partícula en esa región que en otra? De hecho, la idea tradicional de causa eficiente puede reducirse a la de una secuencia de intercambios energéticos precisos que median entre un estado y otro de un sistema. Aunque el contacto «absoluto» entre dos entidades sea inconcebible, por razones de impenetrabilidad entre estructuras materiales (límite únicamente traspasable con energía infinita, pues llegaríamos a una indeterminación del tipo $1/0$), y siempre se nos antoje inevitable apelar a una versión renovada de la *actio in distans*, basta con comprender un mecanismo como una sucesión de estados definida por una lógica subyacente. El senti-

do metafísico más ambicioso de causalidad, contemplada como capacidad predictiva plena, solo sería factible si primara el determinismo universal en la naturaleza, y en efecto cada fenómeno precedente fuera causa necesaria del subsecuente.

En cualquier caso, lo importante es percatarse de que la distribución de probabilidades a la que hemos aludido es continua. Aunque pueda resultar más probable hallar la partícula dentro de un rango específico de posiciones, no es completamente imposible detectarla en otros puntos de una distribución cuyos valores se reparten de manera continua. De lo contrario, incurriríamos en problemas experimentales y en inconsistencias teóricas, como la idea de «saltos cuánticos», que desempeñó un papel relevante en las etapas iniciales de la teoría cuántica y según la cual el electrón se encontraría en un estado estacionario concreto, pero repentinamente podría desaparecer y reaparecer en una órbita diferente, siempre y cuando satisficiera las reglas impuestas por Bohr.

¿Por qué es normativa la naturaleza? ¿Por qué estas leyes y no otras? ¿Por qué hay grados de libertad, parámetros libres? ¿Cuál es la ley fundamental, la *Urgesetz*, si es que existe, de la que dimanarían las restantes leyes? ¿Logrará la mente humana reducir el vasto conjunto de fenómenos y leyes a una única regla operativa, o la multiplicidad de leyes es consustancial al universo, pues sin ella no despuntarían grados de libertad y nada nuevo surgiría en el cosmos?

Según la cosmología contemporánea, parece razonable conjeturar la existencia de una ley fundamental de la que brotaron las demás leyes básicas de la naturaleza. Tras el Big Bang, las cuatro fuerzas fundamentales se hallaban integradas en una única fuerza. La separación de la gravedad tuvo lugar aproximadamente $10^{-46} s$ después de la gran explosión primigenia. Con posterioridad, la totalidad de fuerza-energía que existía en el universo se dividió en dominios diferentes: gravitatorio, nuclear fuerte, nuclear débil y electromagnético. Hemos sido capaces de desentrañar la simetría gauge local $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ que define la fuerza nuclear fuerte, la nuclear débil y la electromagnética, pero estamos lejos de entender plenamente la fuerza primordial indivisa y el proceso de ruptura espontánea de la simetría que propició la emergencia de fuerzas fundamentales separadas.

Pese a la centralidad de la noción de «ley» para nuestra comprensión del universo físico, algunos autores han abogado por

posturas antirrealistas. Tanto en su acepción metafísica (juzgadas como reglas universales y necesarias) como en su sentido científico (caracterizadas en términos de simetrías, transformaciones e invariantes),³² las leyes de la naturaleza solo serían construcciones teóricas, objetos formales, mas no propiedades auténticas y objetivas de la realidad física.

Sin embargo, siempre podemos concebir las leyes de la naturaleza como idealizaciones de la mente, como modelos sobre ciertos dominios de la realidad donde buscamos magnitudes invariantes que nos permitan adquirir un entendimiento más profundo de los mecanismos implicados en los procesos materiales. Como ocurre con cualquier representación mental, a la hora de formular una ley de la naturaleza es imposible diseñar un mapa de escala 1:1 entre el enunciado teórico y su contrapartida empírica. Las leyes pueden entonces interpretarse como abstracciones suficientes dentro de unas condiciones de contorno adecuadamente establecidas. Simplemente recogen los factores más relevantes en los patrones de comportamiento desplegados por los procesos naturales. Aquí, el término «relevante» alude a las estructuras y propiedades imprescindibles para entender los mecanismos fundamentales de interacción en una serie de etapas espaciales y temporales.

Por tanto, las leyes pueden contemplarse como casos límite. Dado que nuestro análisis se concentra en determinadas variables y soslaya provisionalmente otras, no pueden considerarse una descripción completa de la realidad, sino un compendio suficiente de los factores fundamentales necesarios para aprehender un dominio de la realidad. Como veremos, esta evidencia implica que, en última instancia, las leyes de la naturaleza apuntan a la conservación de algunas magnitudes en los distintos procesos accesibles al intelecto humano.

Analicemos, por ejemplo, un gas ideal. Desde Boyle, Mariotte, Charles, Gay-Lussac y Avogadro somos conscientes de que existe una relación fija entre la presión P de un gas, su temperatura T , su volumen V y el número de moles n , de acuerdo con la famosa expresión $PV = nRT$, donde R representa la constante universal de los gases (equivalente a $8'31 \text{ J/molK}$ en el Sistema Internacional). En esta ecuación de estado, definimos una función $f(P, V, T) = 0$ me-

32 Cf. Van Fraassen, B. C. (1989). *Laws and Symmetry*, Clarendon Press.

diante tres variables de estado, que nos proporcionan una descripción suficiente de los factores más relevantes para explicar cómo se comporta un gas ideal en condiciones de equilibrio termodinámico. Semejante fórmula es el resultado de aplicar un conjunto bastante rígido de presupuestos, como los referidos a la ausencia de interacciones entre las moléculas del gas y a la posibilidad de despreciar los volúmenes individuales de los átomos que lo componen. Pero si adoptamos una visión más realista y aceptamos que las moléculas no pueden representarse como puntos infinitesimales, libres de atracción o repulsión, deberemos elaborar expresiones matemáticas más sofisticadas, como la ecuación de Van der Waals, que corrige el caso ideal. Para ello, habremos de introducir las interacciones entre las moléculas y sus respectivos volúmenes individuales. Llegaremos entonces a fórmulas del tipo $(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = nRT$, donde a y b son constantes que dependen de la naturaleza de un gas particular. Estos términos adicionales nos brindan la posibilidad de ajustar la ecuación de estado ideal al comportamiento experimental observado, aunque para ello debemos renunciar a las condiciones ideales que, en aras de la simplicidad pero no de la completitud, habíamos impuesto en primera aproximación.

La pregunta por el número de leyes fundamentales de la naturaleza es difícil de responder. Dependerá de cómo definamos el adjetivo «fundamental», porque muchas leyes físicas a menudo estimadas como verdaderas leyes de la naturaleza solo tienen validez en ciertos dominios de la realidad. Por ejemplo, y como hemos dicho, el principio de exclusión de Pauli constituye una ley básica de los fermiones. Sin embargo, el comportamiento de los bosones, cruciales para dilucidar las interacciones entre las partículas, no se rige por los cánones que estipula este principio.

Existen leyes de conservación que se cumplen en todos los procesos naturales conocidos. Son las siguientes:

- Ley de conservación de la energía
- Ley de conservación del momento
- Ley de conservación del momento angular
- Ley de conservación de la carga

En palabras de Feynman, «en la física clásica hay un número de cantidades que se *conservan* —como el momento, la energía y

el momento angular. En la mecánica cuántica también existen teoremas de conservación sobre las correspondientes cantidades (...). En la mecánica cuántica, sin embargo, las leyes de conservación están profundamente relacionadas con el principio de superposición de amplitudes, y con la simetría de los cambios físicos ante distintas alteraciones».³³

Sabemos que estas leyes fundamentales de la naturaleza se encuentran asociadas a simetrías básicas, tal y como se sintetiza en el teorema de Noether: «A cada simetría diferenciable generada por acciones locales corresponde una corriente conservada». Nuestro conocimiento de la física nuclear nos ha permitido descubrir otras leyes fundamentales de conservación, como las leyes de conservación de los números bariónico y leptónico. Además, el estudio del mundo subatómico ha revelado la existencia de leyes adicionales de conservación para la paridad, el isospín y la extrañeza.

En términos más universales, cabe aducir que cualquier proceso natural está gobernado por algún tipo de ley de conservación, de manera que en cualquier cambio observable es siempre posible identificar *algo* que permanece.

Por supuesto, podemos invocar otras leyes de la naturaleza, como la de la emisión de la energía en unidades discretas (la célebre ecuación de Planck $E = h\nu$, o la ley del efecto fotoeléctrico, que es una aplicación de la anterior), las leyes de distribución de los estados energéticos de fermiones y bosones y la relación entre el espín y la estadística, las leyes rectoras de cada una de las cuatro interacciones básicas... Sin embargo, estas leyes suelen restringirse a situaciones particulares. De hecho, es legítimo creer que emanan de leyes más fundamentales de conservación, como las mencionadas anteriormente, que bien podrían consagrarse como «leyes de leyes», al regular leyes válidas en dominios específicos de la naturaleza.

El poder unificador de la simetría se comprueba en su capacidad para simplificar el número y la expresión de algunas leyes de la naturaleza.

Tomemos, por ejemplo, las leyes de Maxwell para el electromagnetismo. Como es bien sabido, la formulación de estas elegantes ecuaciones matemáticas constituye uno de los mayores

33 *The Feynman Lectures on Physics*, Narosa, Nueva Dehli 1965, vol. 3, 273.

logros de la física teórica. Así como Newton unificó la mecánica celeste con la terrestre gracias al descubrimiento de la ley de la gravedad, Maxwell fue capaz de desentrañar una estructura muy profunda de la realidad, en la que los fenómenos de la electricidad y del magnetismo, que parecían esencialmente distintos, emergían como manifestaciones de un mismo proceso físico subyacente.

En su forma original, las ecuaciones de Maxwell eran ocho. Con el uso de la simetría rotacional, Heaviside las simplificó en cuatro ecuaciones escritas en términos de variables como el campo eléctrico $\vec{E}$, el campo magnético $\vec{B}$, la densidad de corriente $\vec{J}$ y la densidad de carga ρ . En ausencia de medios magnéticos o polarizables y con la ayuda de los operadores matemáticos «divergencia» ($\nabla \cdot$) y «rotacional» ($\nabla \times$), adoptan las siguientes expresiones diferenciales: $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ (ley de Gauss para la electricidad); $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ (ley de Gauss para el magnetismo); $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ (ley de la inducción de Faraday); $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$; (ley de Ampère generalizada).

Si consideramos las simetrías esclarecidas por la teoría especial de la relatividad, el número de ecuaciones se reduce a dos. En el vacío, las ecuaciones de Maxwell no homogéneas (la ley de Gauss para la electricidad y la ley de Ampère) pueden combinarse para dar $\partial_\alpha F^{\alpha\beta} = \mu_0 J^\beta$ (con métrica +---), mientras que las ecuaciones homogéneas (la ley de Gauss para el magnetismo y la ley de Faraday) se funden en $\partial_\alpha (\frac{1}{2} \epsilon^{\alpha\beta\gamma\delta} F_{\gamma\delta}) = 0$, donde $F^{\alpha\beta}$ es el tensor electromagnético, J^β representa la cuadricorriente y $\epsilon^{\alpha\beta\gamma\delta}$ es el símbolo de Levi-Civita (un signo de permutación).

He aquí una muestra del inmenso poder de la mente humana para tender asintóticamente a la unidad.

Si tenemos en cuenta que las leyes fundamentales de conservación se alzan como expresiones de un principio más abarcador, el de la acción estacionaria (según el cual la integral de acción de una partícula adquiere valores extremos —máximos o mínimos—, por lo que el valor de la acción permanece constante),³⁴

34 Si definimos la acción S de un sistema en términos de su lagrangiano L (que es, a su vez, una función de las coordenadas) y de la variable temporal t , podemos escribir la siguiente integral: $S = \int_{t_1}^{t_2} L(x, \dot{x}(t)) dt$. Las correspondientes variaciones pueden expresarse como $\delta S = \int_{t_1}^{t_2} (\frac{\partial L}{\partial x^a} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}^a}) dt$. En virtud del principio de acción estacionaria, $\delta S = 0$, tal que $\frac{\partial L}{\partial x^a} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}^a} = 0$.

muchas leyes se hallan en realidad conectadas a principios más básicos, que pueden comprenderse en virtud de la acción del sistema. Las tres leyes de Newton del movimiento se interpretarían desde este prisma.

Sin embargo, es preciso percatarse de los límites inherentes a la perspectiva que acabamos de esbozar. Como hemos señalado con anterioridad, el poder unificador del intelecto humano topa con serias dificultades. Cualquier tentativa encaminada a encontrar un principio unitario más fundamental se ve obligada a distinguir entre los bloques constituyentes de la materia y las fuerzas (u «operaciones») que actúan sobre ellos. Esta dualidad parece infranqueable. Aunque la diferenciación entre estructura —las partículas subatómicas— y función —las fuerzas fundamentales de la naturaleza— se nos antoje artificiosa, dado que las interacciones consisten en una serie de bosones mediadores (lo que confirmaría que toda la física puede explicarse mediante intercambios de energía), es difícil pensar en progresos significativos sin tener en cuenta estas clasificaciones.

Además, subsiste siempre un tercer elemento que ha de incorporarse a nuestro análisis: el tiempo. La termodinámica nos revela dos leyes fundamentales de la naturaleza, el principio de conservación de la energía y el del incremento de la entropía en los procesos espontáneos (que a su vez se encuentra estrechamente relacionado con la idea de tiempo), normas que afectan tanto a los bloques constituyentes de la materia como a sus interacciones fundamentales.

Así, para describir la acción física hemos de examinar los constituyentes de la materia, sus interacciones fundamentales (contempladas, de nuevo, como «propiedades» de los constituyentes) y la estructura espaciotemporal del universo. Por supuesto, estos tres ámbitos se hallan inextricablemente vinculados e incluso unificados, pero en la actual expresión de las leyes de la naturaleza no parece posible identificar una única ecuación susceptible de condensar toda la información que acabamos de exponer sucintamente.

En suma, la única excepción relevante a la regla general de la acción estacionaria y de su carácter de condición suficiente para comprender los principales mecanismos de la naturaleza quizás resida en el segundo principio de la termodinámica. En este caso

es necesario postular la existencia de una magnitud que, a diferencia de la energía, no se conserva a lo largo del tiempo, sino que aumenta inexorablemente: la entropía.

De nuevo, es preciso insistir en los límites de nuestra comprensión del universo físico. No podemos saber si la descripción de la naturaleza que hemos conquistado en el presente agota cualquier posible explicación ulterior de los distintos dominios de la naturaleza. ¿Qué conceptos fundamentales, hoy considerados inexpugnables, serán revisados en el futuro? ¿Los de sistema, fuerza, teoría, constante, acción...? ¿Qué nuevas y luminosas nociones despuntarán en la ciencia?

La experiencia histórica debería infundirnos un sentimiento de humildad, antitético a toda arrogancia apresurada, pero no por ello disuasorio a la hora de admirar los logros del intelecto humano en su búsqueda infatigable de la verdad. No hemos de olvidar, por ejemplo, que hasta bien entrado el siglo xx se pensaba que solo existían dos fuerzas fundamentales: la gravitatoria y la electromagnética. Pocos imaginaban que otras dos interacciones básicas yacían aún ocultas en las intimidades de la materia. Aunque hoy contemos con una teoría capaz de unificar tres de las cuatro fuerzas fundamentales de manera satisfactoria (en virtud de la integración de mecánica cuántica y relatividad especial que subyace a la teoría cuántica de campos), estas interacciones operan mediante mecanismos específicos y gozan de cierta autonomía, sobre todo cuando contemplamos sus manifestaciones más señeras. ¿Quién se atreverá a excluir la posibilidad de que la ciencia elucide en el futuro otras interacciones fundamentales? Y si este escenario ya ha acaecido en la historia de la física, ¿por qué no podría afectar también a la biología y a la neurociencia?

2.4.3. Leyes biológicas

Con anterioridad al surgimiento de la vida, el proceso evolutivo del universo puede interpretarse como el despliegue espaciotemporal de la materia de acuerdo con leyes de conservación y simetría, susceptibles de una rigurosa formulación matemática.

Tras el nacimiento de las primeras formas biológicas, se impone un principio selectivo que filtra las variaciones genéticas atesoradas por cada individuo. Estas últimas se rigen por leyes como

las de Mendel,³⁵ cuyo descubrimiento en el siglo XIX representa uno de los mayores triunfos de la ciencia. La grandeza de este fraile moravo reside en el brillante diseño de sus experimentos, en su trabajo meticuloso y abnegado y en su lucidez a la hora de inducir leyes universales a partir de experiencias particulares. Como sucede con las leyes de Newton sobre el movimiento o con las leyes de la electroquímica de Faraday, los hallazgos de Mendel constituyen una de las conquistas más sobresalientes del método inductivo, de esa asombrosa habilidad que exhibe la mente humana para elevarse desde lo particular a lo universal y revelar los secretos mejor guardados de la naturaleza.

Así, cabe decir que en el siglo XIX se sentaron los tres grandes pilares de la ciencia biológica: la teoría celular de Schwann y Schleiden, la teoría de la evolución por selección natural de Darwin y Wallace y las leyes de la herencia genética mendeliana. Los progresos ulteriores nos han permitido profundizar en cada una de estas áreas. En las bases moleculares de las formas biológicas hemos encontrado el fundamento del que dimanen las propiedades más definitorias de la vida, contemplada ahora como estructura orgánica que, escindida del ambiente mediante una pared celular pero en continua interacción con su entorno, es capaz de autorregularse y de evolucionar en el curso de la transmisión de la información genética.³⁶

La selección natural puede concebirse como un mecanismo universal de eficiencia. Desde un punto de vista heurístico, semeja un algoritmo susceptible de optimizar los procesos de ensayo y error aplicados a la variabilidad que manifiestan los distintos individuos en el seno de una especie. Los algoritmos evolutivos actúan como herramientas heurísticas para resolver problemas organizativos complejos, pues dado un cierto número de constricciones, la selección natural es la fuerza que extrae el mayor va-

35 Se trata de las siguientes: el principio de uniformidad de los heterocigotos de la primera generación filial; la ley de segregación de los caracteres de la segunda generación filial y la ley de la independencia de los caracteres adquiridos.

36 He desarrollado este argumento en Blanco, C. (2013). Vida, interioridad y lucha. Una definición de la vida en diálogo con H. Plessner y H. Jonas. *ideas y valores*, 62 (151).

lor de las variedades individuales. Contribuye así a maximizar la probabilidad de obtener la forma más adecuada de ese individuo —y, por economía de escala, de la especie—, de acuerdo con un criterio decretado por la naturaleza (la eficiencia entendida como éxito en las tasas de supervivencia).

Si tenemos un conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie pero poseedores de distintos genomas, mediante la selección natural es posible identificar un óptimo en el dominio de la variabilidad individual. En su expresión más simple, puede analizarse como el resultado de una operación del tipo $df/dx=0$, con el objetivo de encontrar un elemento x_0 en el dominio de la función tal que $f(x_0) \leq f(x)$ —para la minimización— o $f(x_0) \geq f(x)$ —para la maximización—. En términos más precisos, lo que buscamos es un óptimo en las diferencias significativas que brotan entre los individuos. La función abarcaría el número de individuos, caracterizados por sus particularidades genéticas. Si fuera necesario optimizar más variables, podríamos definir las derivadas parciales de la función (por ejemplo, si la optimización de las variaciones genéticas hubiera de acontecer simultáneamente en el nivel de los genes individuales, de los grupos de genes, del individuo, etc.³⁷).

Hoy gozamos de una comprensión bastante rigurosa de la selección natural. Gracias al uso de técnicas estadísticas, hemos aprendido a cuantificar los efectos de la selección natural sobre las variaciones fenotípicas y genotípicas. Así, lo que inicialmente podía parecer un proceso uniforme, indiferenciado, hoy exhibe distintas tipologías, que por supuesto comparten propiedades básicas: selección direccional (que favorece valores extremos de una determinada característica dotada de utilidad adaptativa), selección no lineal estabilizadora (que fomenta valores medios) y selección no lineal disruptiva (que privilegia ambos valores extremos).

37 Hablamos, ciertamente, de una optimización a largo plazo, porque la selección natural actúa sobre cada generación, y en muchos casos las posibilidades adaptativas de una nueva generación se ven rápidamente truncadas por un ambiente adverso, lo que provoca que ese individuo no sobreviva. Puede entonces decirse que su forma orgánica no era la óptima seleccionable (aunque de hecho fue la que surgió en el curso del proceso reproductivo), sino una disposición premonitoria de otra más estable, donde sí fuera posible alcanzar algún tipo de equilibrio entre la dotación biológica de esa criatura y el ambiente en que se desenvuelve.

La selección natural existe cuando la variación en la aptitud biológica (o *fitness*) se asocia a una variación en los fenotipos. Dicha aptitud se mide en términos del éxito reproductivo individual, que es la fecundidad o tasa de eficiencia en genética de poblaciones: la capacidad individual para reproducirse con un cierto fenotipo. El individuo más apto será, desde este prisma, aquel que consiga transmitir un mayor porcentaje de sus genes en la cantidad total de genes de la siguiente generación. La selección es precisamente la fuerza que propicia el triunfo de los genotipos más aptos, y por tanto exige que se dé covarianza entre la aptitud y el fenotipo. La evolución por selección natural acontece cuando parte de esa variación es heredable, esto es, cuando existe covarianza entre el fenotipo y el genotipo.

Así pues, la teoría de la selección natural es perfectamente validable en el terreno empírico, porque se traduce en predicciones concretas, como la reducción de la variabilidad genética de las poblaciones. El proceso evolutivo puede comprenderse entonces como el equilibrio entre la variabilidad genética y los factores selectivos, que la filtran y limitan.

Desentrañar los mecanismos por los que opera la selección natural nos permite computar la probabilidad de supervivencia de una entidad biológica, dadas unas condiciones de contorno. Sin embargo, la certeza absoluta (esto es, la «predictibilidad plena») es imposible, debido a la presencia de contingencias incontrolables. Por emplear una analogía, cabe sostenerse que la selección natural «discretiza» las formas orgánicas potenciales que puede adoptar una entidad biológica para sobrevivir en un ambiente determinado. Del rango virtualmente infinito de formas orgánicas factibles estructural y funcionalmente, solo unas pocas satisfacen los criterios requeridos para subsistir en una unidad ecológica específica; pueden entonces contemplarse como los *eigenvalues* o valores propios del operador. Pero predecir la forma orgánica exacta que finalmente sobrevivirá es un sueño utópico, aunque quizás se vea facilitado por el perfeccionamiento de la tecnología, en especial de los métodos computacionales. No obstante, es plausible elucidar reglas generales que describan las probabilidades de transición entre un estado biológico y otro (como sucede en mecánica cuántica), al indicar qué estados son compatibles con esa unidad ecológica.

Aunque no hay evidencia de que la evolución se halle guiada por una teleología intrínseca, por una especie de «élan» que auspicie el ascenso de la vida a formas más elevadas de complejidad, desde el instinto al intelecto, parece legítimo hablar de «probabilidades de transición». Los equilibrios puntuales tienden a ser inestables, porque resulta enormemente complicado preservar exactamente las mismas condiciones que han propiciado una determinada adaptación y, como corolario lógico, una particular forma orgánica. Toda «stasis» topa continuamente con los desafíos de un ambiente cambiante y de una forma orgánica mutable. Esta inherente inestabilidad suele exigir nuevas adaptaciones, tanto pasivas —forzadas por la selección natural— como activas —mediante procesos de autoorganización, como los investigados por Stuart Kauffman—. ³⁸

El ambiente reta constantemente a los individuos, lo que favorece el desarrollo de formas orgánicas cada vez más complejas, aptas para enfrentarse a estas nuevas y crecientes dificultades. Sin embargo, semejante proceso no puede concebirse como una ley universal de la naturaleza. En algunas situaciones, una especie ha conservado su comportamiento adaptativo durante millones de años, sin que se aprecien modificaciones significativas. En otras, los científicos han detectado regresiones a formas menos complejas que, pese a la pérdida de información genética asociada, logran sobrevivir en estructuras orgánicas más simples, cuya sencillez plantea menos requisitos energéticos. ³⁹

En cualquier caso, y aunque resulte imposible inducir una norma universal a partir de las sinuosas y casi impredecibles direcciones de la trama evolutiva, cabe formular la siguiente hipótesis: es siempre más probable que, para sobrevivir, una determinada forma orgánica se vea obligada a transitar hacia una organización más compleja. ⁴⁰ Hablamos de probabilidades, no de certezas, en

38 Cf. Kauffman, S. A. (1993). *The origins of order: Self-organization and selection in evolution*. Oxford University Press, USA.

39 Cf. Ramos, O. M., Barker, D., & Ferrier, D. E. (2012). Ghost loci imply Hox and ParaHox existence in the last common ancestor of animals. *Current biology*, 22(20), 1951-1956.

40 Estas formas más aptas actuarían de una manera esencialmente idéntica a la de los atractores extraños y puntos de estabilidad que aparecen en las teorías de la complejidad: en el espacio biológico que comprende cualquier

analogía con lo que dicta la segunda ley de la termodinámica interpretada desde la mecánica estadística, según la cual el desorden es incontestablemente más probable —si bien no necesario— que el orden en un proceso espontáneo.

Desde esta perspectiva, no es en absoluto extraordinario que la evolución, contemplada como un todo, examinada como la expansión del árbol de la vida, siempre haya producido algunas líneas biológicas que entrañaban un aumento neto de complejidad, de los procariotas a los eucariotas, de los reptiles a los mamíferos, de lo inconsciente —o al menos mínimamente consciente— a lo consciente. La sobreabundancia de variación genética brindaba la posibilidad de que una de sus expresiones, en interacción con el ambiente, discurriera por la senda de las formas orgánicas más complejas.

Observamos, en definitiva, la fuerza irresistible y la exuberancia indómita que dimanaban de una elevadísima capacidad combinatoria. La disposición secuencial de solo cuatro bases nitrogenadas —A, G, C y T (adenina, guanina, citosina y timina)— basta para almacenar vastas cantidades de información genética. En el caso del *Homo sapiens*, con aproximadamente $5,6 \times 10^9$ pares de nucleótidos cabe obtener $4^{5.600.000.000}$ secuencias diferentes de ADN. La variabilidad, entendida como la posibilidad de estructurar la información de distintos modos, se revela entonces como un elemento esencial para el desarrollo de la complejidad.

Ciertamente, tan alto grado de variabilidad viene acompañado de una sofisticada organización. Por ejemplo, y en virtud de ella, existe un porcentaje equivalente de G-C y T-A en todos los individuos de una misma especie, así como una estructura secundaria en forma de doble hélice que establece una proporción constante entre el número de moléculas de adenina y timina y el de citosina y adenina, con puentes de hidrógeno que enlazan las distintas bases y con dos cadenas de polinucleótidos antiparalelas, complementarias y enrolladas la una sobre la otra en forma plectonímica. De hecho, un logro evolutivo capital en la historia de la vida tuvo lugar cuando emergió la disposición lineal de la información genética. En las formas biológicas más rudimentarias, como los pro-

forma orgánica potencial, algunas serán más probables y beneficiosas para la supervivencia de una determinada entidad.

cariotas —que carecen de núcleo celular—, las moléculas de ADN exhiben una disposición circular. Aunque favorezca la estabilidad y la duplicación moleculares, esta estructura presenta la desventaja de reducir el número posible de combinaciones, por lo que merma drásticamente el rango de complejidad biológica conquistable.

Gracias a sofisticadas estrategias combinatorias, la naturaleza auspicia la simplicidad y la economía de medios, dado que suscita fenómenos más complejos desde mecanismos relativamente simples. Estamos acostumbrados a resaltar el inmenso poder innovador de la evolución para forjar estructuras dotadas de asombrosos niveles de heterogeneidad y versatilidad, pero con frecuencia olvidamos que una fracción significativa de los fenómenos biológicos obedece leyes bastante simples. Es fascinante constatar cómo la naturaleza, en el curso de la evolución, no se ha visto obligada a incorporar demasiadas invenciones auténticamente revolucionarias en las estructuras y procesos básicos de los seres vivos.⁴¹ Por ejemplo, los mecanismos fisicoquímicos fundamentales que operan en el sistema nervioso, como la bomba de sodio-potasio, son bien conocidos en estructuras biológicas más elementales. Por su parte, las secuencias de codificación génica no han cambiado de manera significativa en la mayoría de los mamíferos, aunque se hayan identificado importantes innovaciones en los genes reguladores de algunos fenómenos biológicos que implican un aumento insoslayable de complejidad evolutiva, como el crecimiento cerebral, la maduración de las células nerviosas y el procesamiento del lenguaje.⁴²

Medir la complejidad no es tarea fácil, pues muchas veces corremos el riesgo de sucumbir a visiones antropocéntricas. Sin embargo, puede ser útil invocar ciertas ideas cuya fecundidad ha sido acreditada en otras ramas del saber, por ejemplo en las ciencias sociales. Así, la tesis de Leslie White según la cual el grado de desarrollo de una cultura humana depende de la cantidad y de la calidad de la energía que ese grupo emplea nos ofrece un crite-

41 Para un análisis más detallado de esta característica de los procesos evolutivos, cf. Kirschner, M. W., Gerhart, J. C., & Norton, J. (2006). *The plausibility of life: Resolving Darwin's dilemma*. Yale University Press.

42 Cf. Pääbo, S. (2014). *The human condition —a molecular approach*. *Cell*, 157(1), 216-226.

rio fértil para valorar la complejidad de una entidad biológica⁴³. La energía («la capacidad para realizar un trabajo» o, en términos más abstractos, la posibilidad de actuar), tanto en su aspecto cuantitativo como en su dimensión cualitativa, permite reflejar la complejidad de la organización estructural y funcional de una criatura. Por supuesto, importantes elementos culturales, como los símbolos, las relaciones de poder o el desarrollo cognitivo, no se prestan a una correspondencia simple, 1:1, con la infraestructura energética. Asimismo, analizar la complejidad de una entidad biológica desde el ángulo exclusivo de su capacidad cuantitativa y cualitativa para procesar energía únicamente nos proporciona un marco general, mas no la verdad completa. No agota la comprensión de numerosos comportamientos que no se encuentran estrictamente determinados por la energía disponible. De hecho, es preciso advertir que siempre pueden existir «estados degenerados», manifestaciones estructurales y funcionales distintas que podrían haberse obtenido a partir de una misma infraestructura energética, por lo que transparentan diferentes resultados posibles desde un mismo estado inicial.

El escenario que acabamos de describir constituye un modelo rudimentario de racionalidad. Nos encontramos con un criterio —el de eficiencia biológica— y con un mecanismo destinado a satisfacer las exigencias que él impone. Por ello, puede concebirse como un proceso racional, dado que maximiza las probabilidades de cumplir un objetivo.

En el ámbito de la mente, la evolución adquiere las connotaciones de un fenómeno cultural, referido al desarrollo de la imaginación como posibilidad de pensar lo nuevo y de unificar lo distinto. Ya no son solo los individuos quienes deben adaptarse al entorno, sino que ellos mismos se esfuerzan en adaptar el entorno a sus necesidades y preferencias. Gracias a los desarrollos tecnológicos que auspicia, el conocimiento humano permite entonces dictar nuevas leyes (las «leyes humanas») que no tienen por qué someterse a las leyes de la evolución biológica. Las mejoras materiales, los grandes avances científicos y tecnológicos, incrementan así el sentimiento de poder del ser humano, que también revierte sobre la percepción de sus po-

43 Cf. White, L. A. (1943). Energy and the evolution of culture. *American Anthropologist*, 45(3), 335-356.

sibilidades y, en último término, sobre la conciencia de su libertad frente a cualquier determinación dada. Esta lucha contra el ambiente se aprecia, ciertamente, en formas orgánicas elementales, afanadas en sobrevivir y en afirmarse frente a un ambiente tantas veces hostil y adverso, pero solo con el surgimiento de los mamíferos más evolucionados exhibe su verdadero potencial.

El interrogante sobre la naturaleza neurobiológica de la inteligencia humana es inseparable del problema de su historia evolutiva, porque una facultad tan admirable como desconcertante contiene numerosas innovaciones creadas a lo largo de millones de años de crecimiento acumulado en complejidad estructural y funcional.

En términos evolutivos, cabe argumentar que la racionalidad humana es el fruto de un dilatado proceso de optimización, en el que formas más sencillas de racionalidad han sido refinadas para satisfacer criterios más complejos. Así, en la racionalidad humana contemplaríamos un tipo de operaciones mentales donde la diferencia entre la realidad y su asimilación por el sujeto ha alcanzado un valor mínimo, a fin de que la adaptación al entorno haya coronado un valor máximo. Si un conocimiento más perfecto del entorno confiere mayores posibilidades de éxito biológico, está claro que la evolución favorecerá, tarde o temprano, modelos de la mente capaces de optimizar las diferencias entre el mundo externo al sujeto y su mundo interno. Pero precisamente por ello es imposible determinar si la racionalidad humana representa la última y más consumada expresión de la racionalidad, en lugar de evocar una adaptación transitoria. En cualquier caso, este modelo de racionalidad, al permitirnos aprehender niveles más profundos de lo real, también nos capacita para adaptarnos a un rango mucho más amplio y vasto de ambientes, lo que incluye el universo como un todo; porque entender las leyes fundamentales quizás se revele como la forma suprema de adaptación a la naturaleza.

2.4.4. El mundo humano

En las ciencias humanas y sociales el referente no goza de tanta claridad como en las ciencias naturales. Es mucho más complicado validar nuestros modelos teóricos en estos campos, porque su objeto de estudio se construye constantemente en el curso de la historia, como producto de la acción humana, individual y colectiva.

La dificultad de establecer un marco de referencia diáfano y compartido conlleva también discrepancias casi insolubles en torno a cuáles deben ser las categorías fundamentales y las reglas operativas básicas de estas disciplinas. La naturaleza de su objeto es reminiscente de ese carácter autorreferencial que contemplamos en la lógica y en las matemáticas, porque la totalidad de la cultura humana (la integración de valores, símbolos y prácticas que predominan en un tiempo y en un espacio provistos de suficiente grado de homogeneidad) hunde sus raíces en necesidades y procesos biológicos, pero en último término refleja una construcción histórica, el fruto de la creatividad mental de nuestra especie. La célebre distinción entre *verum* y *factum* de Vico manifiesta así un gran poder interpretativo, pues la «verdad» sobre el mundo humano no puede escindirse por completo de su contexto histórico, salvo en aquellos aspectos que remitan a procesos naturales nítidamente objetivables.

Sin embargo, este problema no tiene por qué desalentarnos en nuestra búsqueda de categorías y reglas operativas fundamentales. Las deficiencias de las disciplinas sociales y humanísticas quizás se subsanen progresivamente gracias a la neurociencia. Si la cultura es el producto de la capacidad de las mentes para, asociadas —forzosa, voluntaria o aleatoriamente—, configurar mundos dentro del mundo, solo una comprensión más profunda de las habilidades creativas del ser humano arrojará luz sobre muchas de las cuestiones que aún yacen en la oscuridad.

De manera general, cabe sostener que en las disciplinas sociales y humanísticas el poder de la individualidad resplandece con mayor vigor que en el reino de las ciencias naturales. No es de extrañar, por ello, que los modelos teóricos, en su comprensible denuedo por reducir un determinado sistema a sus elementos explicativos necesarios y suficientes, muchas veces provoquen una pérdida significativa de realidad. Pues, en efecto, a menudo se arriesgan a perder de vista detalles esenciales, importantes contingencias, aspectos insoslayables que se forjan en la interacción constante entre los individuos y el ambiente. Esta inserción de lo humano en la historia obstaculiza notablemente la creación de modelos teóricos dotados de un valor explicativo similar al que ostentan las grandes teorías científicas. Las intenciones individuales y las redes colectivas en que se hallan in-

mersos los sujetos adquieren así una relevancia inusitada, cuyo ocultamiento comprometería seriamente el poder explicativo de un modelo.

Por supuesto, esta constatación no impide profesar esperanza en las posibilidades de la mente humana para alumbrar modelos teóricos cada vez más profundos y aquilatados, que respeten la riqueza y complejidad de las acciones humanas sin renunciar a explicar los mecanismos básicos subyacentes. Se trata, por tanto, de progresar en el diseño de nuestros modelos teóricos, aun conscientes de que las dificultades son incomparablemente mayores en las ciencias humanas y sociales que en las naturales.

Los condicionamientos biológicos y sociales permiten comprender aspectos fundamentales de la actividad humana, mas no la agotan. Quizás propicien avances en el ámbito de la extensión de nuestros modelos, esto es, en lo que concierne al número de objetos que caen bajo su dominio explicativo (la saturación de un modelo equivaldrá a la imposibilidad de extenderlo aún más), pero no en el de la intensión, no en lo que respecta al esclarecimiento profundo de la individualidad del objeto y de su densidad conceptual, no en la captación de su esfera interna. Si las ciencias naturales podían operar con prescindencia de esta dimensión de análisis, en las disciplinas humanas y sociales es imposible lograr una comprensión honda y cabal de la realidad humana sin prestar atención al mundo psíquico de los individuos, al difuso entrelazamiento de racionalidad y extrarracionalidad que lo fragua, porque cada objeto de estudio amaga con erigirse en su propia ley: cada sujeto, cada cultura, cada época...

Por fortuna, no es necesario reproducir todos los elementos que conforman la individualidad de un individuo o de un grupo social para adquirir un entendimiento razonable de sus acciones. Podemos conformarnos con identificar un conjunto de principios rectores, al menos si partimos de una idea genérica de racionalidad humana y de una lógica que articula los acontecimientos históricos. Este presupuesto no implica, en cualquier caso, claudicar ante las tentadoras pulsiones del necesitarismo histórico. Nadie osaría menospreciar la poderosa sombra de las contingencias y de las arbitrariedades en el devenir histórico de la humanidad. Una constelación de azares y deseos ha configurado la existencia de nuestra especie desde sus más remotos orígenes.

A lo que un modelo teórico puede y debe aspirar no es a eliminar todo trazo de contingencia, sino a conjugarlo adecuadamente con los elementos de necesidad que también moldean la evolución del ser humano. Los diferentes planos de análisis son perfectamente compatibles. Primero, es preciso examinar la lógica histórica, los patrones racionales en la economía, la sociología y la economía que definen el rumbo de una sociedad; en segundo lugar, hay que internarse en las motivaciones individuales, en cómo razones y emociones entretejen las conductas de los seres humanos; por último, hay que explorar las contingencias más relevantes y tratar de subsumirlas en tipologías reiteradas.

La síntesis de lo colectivo y lo individual, de sociología histórica y neurociencia, nos permite así ponderar los principales factores causales que condicionan la acción humana. Es entonces factible discernir las fuerzas más destacadas que prevalecen en los diferentes niveles de desarrollo cultural, pues al igual que no existen infinitos factores sociales, económicos e históricos, tampoco hay infinitas modalidades de conducta.

Esta perspectiva nos permite superar la fractura entre las visiones idealista y materialista de la historia. Como reacción al idealismo y a su abrupta escisión del yo y el mundo (visto como no-yo, como el yo alienado, como la compactación de la subjetividad), cuya metafísica diluye la materia en el desenvolvimiento inexorable del espíritu, en su ascenso hacia la subjetividad libre y plena como espíritu absoluto, el materialismo histórico acentúa la importancia de las condiciones materiales en el desarrollo de la conciencia. Si Newton racionaliza el sistema del universo con su unificación de la física sublunar y supralunar, que permanecían separadas en la filosofía de Aristóteles, y Darwin y Mendel ofrecen explicaciones mecánicas que desmitifican la biología, Marx sigue la estela de los ilustrados y propone una vasta racionalización de la historia. El devenir de la humanidad ya no es inescrutable, fruto inesperado del azar, del encadenamiento de infinitas voluntades o de incognoscibles designios providentes, sino de una lógica material que rige su evolución. Esta visión había sido anticipada por autores como Condorcet y Ferguson en el siglo XVIII, e incluso por Ibn Jaldún en el XIV, pero con Marx y Engels llega a su esplendor. Las etapas en el desarrollo de la idea examinadas por Hegel, el concepto que la conciencia fragua paulatinamente de sí misma en

el curso de la historia, cede el testigo a la expansión de las fuerzas productivas del hombre y a las sucesivas relaciones de producción que se establecen, hasta que finalmente despunte la relación universal, exenta de contradicciones.

El problema de semejante concepción es claro: cómo introducir la subjetividad, la creatividad, la innovación, la libertad y el simbolismo en este gigantesco proceso.

Sin embargo, hoy podemos concebir la causalidad descendente y el cúmulo de operaciones que la conciencia realiza sobre el mundo como una forma de causalidad ascendente, como una expresión de las leyes de la naturaleza en su capacidad para gestar sistemas más complejos. El pensamiento puede entonces contemplarse como un hecho más dentro de la trama histórica, incluso como el elemento fáctico más determinante a escala global, dado que los grandes inventos y descubrimientos, motores insoslayables en la evolución de las fuerzas productivas de la humanidad, hunden sus raíces en un pensamiento, en un ejercicio creativo del ingenio humano, en un acto de la subjetividad. Progresivamente objetivada gracias a la neurociencia, la subjetividad participa así con pleno derecho en la gran cadena causal de la historia. Tan real es la conciencia como el cuerpo; tan vívido es su influjo como el de las condiciones materiales. Porque no basta con constatar que el modo en que el hombre produce sus medios de vida determina su conciencia, sino que es inevitable preguntarse por el grado de desarrollo que ha alcanzado su conciencia para ser capaz de desplegar ese proceso productivo. Estamos ante el problema filosófico de la agencia, que el materialismo histórico no puede resolver convincentemente sin armonizarse con la neurociencia y con los estudios cognitivos. Este interrogante nos invita a estudiar la génesis del pensamiento y de las ideas, como frutos de la actividad de una mente cuya pujanza se sustenta sobre la integración de áreas y funciones cerebrales concretas.

El concurso del espíritu ya no compite con el de la materia, con el de las condiciones reales de la existencia humana, sino que resplandece como la actividad más compleja y poderosa de la materia; pues la conciencia, aun moldeada por las circunstancias materiales, forja ella misma esas circunstancias y se modifica mediante la reflexión y la comunicación. Ya no es solo el ambiente la fuerza motriz del desarrollo humano, sino que a su eficacia causal

es preciso añadir la presión ejercida por la propia conciencia sobre sí misma. Por ello, en la cima causal de los factores que concurren en la evolución del hombre y de la sociedad ha de alzarse la conciencia, como condición de posibilidad de ese pensamiento subjetivo que desencadena la creación de ideas, de mundos frente al mundo dado, capaces de suscitar cambios profundos en la manera en que los individuos se relacionan con el mundo y con ellos mismos.

Es el conocimiento del mundo y de sí mismo, resultado del uso de sus facultades intelectuales, lo que confiere al ser humano su asombroso poder sobre la naturaleza. Pero, de nuevo, es necesario insistir en que esta superioridad causal de la conciencia no implica establecer una ruptura radical entre la materia y el espíritu: el espíritu es la materia en sus más elevados niveles de organización y actividad. Lo que acontece es una reciprocidad causal entre la subjetividad y la objetividad, generadora de nuevas objetividades, de nuevas formas de comprensión del hombre por sí mismo en su relación con la naturaleza, la sociedad y el individuo. Al igual que la genética se imbrica de modo indisoluble con el ambiente (entrelazamiento que imposibilita cortar bruscamente el nudo gordiano urdido por ambos factores), la conciencia emana del desarrollo colectivo e individual de la materia que conforma al *Homo sapiens*, pero ella misma se erige en una nueva y vigorosa causa, cuyos efectos repercuten sobre los niveles menos complejos. Esta continuidad causal impide fijar una frontera nítida entre lo ascendente y lo descendente, prohibición que convierte todo proyecto de integración de disciplinas y paradigmas en una meta ineludible.⁴⁴

44 No es difícil advertir reminiscencias de esta idea en el concepto filosófico de *natura naturans*, naturaleza que no cesa de crearse a sí misma y de sondear todas sus posibilidades; y si todo procede de un mismo origen, todo ha de estar universalmente conectado. Sería ciego subestimar el poder autogenerador de la naturaleza, su capacidad de diversificarse aun preservando una unidad fundamental que vincula de modo inextricable todos los elementos en un mismo sistema conceptual. Y precisamente ese poder autocreador de la naturaleza apunta también a la posibilidad de entenderla desde la misma naturaleza, es decir, de comprenderla desde sus leyes y principios constitutivos: de fundamentarla en ella misma, y de contemplar la facultad humana de elaboración de sistemas conceptuales cada vez más profundos

Así, el célebre «*wie es eigentlich gewesen*» («tal y como auténticamente ha sido»), que para Ranke estaba llamado a erigirse en guía rectora de la investigación histórica, puede concebirse como un principio límite. De hecho, para alcanzar el máximo grado de objetividad en nuestro acercamiento a la historia y al desarrollo del espíritu humano es imprescindible comprender cómo se han conjugado múltiples factores explicativos relevantes, pero como no todos los elementos que allí confluyen han gozado de igual importancia cualitativa en la configuración de un escenario, no es indispensable desentrañarlos en su totalidad, sino jerarquizarlos e integrarlos convenientemente.

Ciertamente, es imposible ofrecer una explicación exhaustiva de la individualidad, del ingente cúmulo de detalles que la moldean, entre otros motivos porque cada individuo puede potencialmente convertirse «en su propio mundo», «en su propio referente», en la instancia que trasciende toda ley o determinación previa. Su racionalidad, su voluntad, sus aspiraciones... desencadenan un incremento prácticamente incontrolable de multiplicidad y variabilidad, como si nuevas «leyes» surgieran repentinamente. Es aquí donde la grandeza de la empatía intelectual brilla con luz propia, pues si no podemos subsumir por completo la acción individual en un conjunto cerrado de leyes, los elementos de «exceso» con respecto a la necesidad natural y social deberán ser oportunamente valorados.

Gracias a su creatividad simbólica, el ser humano logra edificar mundos dentro del mundo, enraizados, sí, en su voluntad, su racionalidad y su capacidad adaptativa, pero bendecidos con un carácter único. El desafío de todo modelo explicativo en las ciencias humanas y sociales estriba precisamente en combinar los patrones generales de comportamiento, las grandes líneas directrices de la historia y de las organizaciones humanas, con el estudio de la subjetividad y, más aún, con la conexión entre lo colectivo, lo individual y lo contingente en cada nivel de análisis que adoptemos.

y universales como un nuevo desarrollo —quizás el más sublime— de ese grandioso poder de una naturaleza que se «naturaliza», se configura continuamente mediante un conjunto potencialmente inagotable de espacios y tiempos entrelazados.

3. Tres grandes bases teóricas para la unificación del saber

3.1. Física, biología y neurociencia

Vivimos en una época fascinante para la integración del conocimiento. Contamos, en particular, con tres grandes bases teóricas cuyo inmenso poder explicativo está destinado a contribuir de modo inestimable a esta unificación del saber que anhela toda mente enamorada de la unidad: la física, la teoría de la evolución y la neurociencia.

La física ha obrado la proeza de condensar la estructura del universo en un elenco sucinto de briosas ecuaciones, como las ecuaciones de campo de la relatividad general y la ecuación de Schrödinger. Como hemos señalado anteriormente, todavía no ha descubierto *la* ecuación que rige el completo devenir del cosmos, pero se ha aproximado notablemente a este sueño, a esta utopía quizás ilusoria, si bien incontestablemente legítima.

La relatividad general constituye una teoría geométrica de la gravitación. Parte de una idea simple pero incomparablemente profunda: el requisito de que las leyes de la naturaleza se expresen en ecuaciones válidas para todos los sistemas de coordenadas, esto es, covariantes para cualquier sustitución del tipo $x \rightarrow x'$. Así, generaliza el concepto de relatividad de los marcos de referencia inerciales a aquellas situaciones en las que encontramos aceleración. Su sofisticada expresión matemática mediante el lenguaje del cálculo tensorial nos ha proporcionado la descripción más fina y rigurosa del cosmos a gran escala.

En este marco interpretativo, la gravedad emerge como el efecto de la propia geometría del espacio-tiempo, como el resultado de la curvatura producida por la presencia de una densidad de energía-momento en una superficie dada. Según la relatividad general, cabe decir que el espacio está «acelerado» por la presencia de un tensor de energía-momento. De hecho, los principios de conservación del momento y la energía, que en la mecánica clásica permanecían separados, se combinan mediante la teoría especial de la relatividad, por lo que la acción referida al momento sobre el espacio y la acción que conjuga energía y tiempo convergen en el principio de conservación de la energía-momento (y, en la generalización del principio de relatividad,

en la existencia de un tensor energía-momento que curva el espacio circundante). La ecuación de campo de Einstein relaciona la curvatura del espacio-tiempo, tal y como viene determinada por la métrica, y el tensor energía-momento, de acuerdo con la expresión $G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$, donde $G_{\mu\nu}$ es el tensor de Einstein (que contiene información sobre la curvatura local del espacio-tiempo), $g_{\mu\nu}$ es el tensor métrico y $T_{\mu\nu}$ es el tensor de energía-momento (una matriz de 4x4 cuyos valores nos brindan información sobre la densidad y el flujo de energía y momento en el espacio-tiempo). Junto a la ecuación geodésica ($\frac{d^2 x^\beta}{d\tau_p^2} = -\Gamma_{\alpha\nu}^\beta \frac{dx^\alpha}{d\tau_p} \frac{dx^\nu}{d\tau_p}$, donde τ_p es el tiempo propio del sistema), las ecuaciones de campo de Einstein nos ofrecen la formulación matemática de la teoría de la relatividad general.

Sin embargo, y para caracterizar las tres fuerzas fundamentales restantes (la electromagnética, la nuclear débil y la nuclear fuerte), la mecánica cuántica se ha revelado como un arma imbatible. Este modelo físico se basa en un conjunto de relaciones fundamentales no conmutativas, que pueden expresarse, de modo general, como $-QP = \frac{\hbar}{i}$, donde P y Q simbolizan dos variables canónicamente conjugadas. De acuerdo con la mecánica cuántica, las variables fundamentales requeridas para describir un sistema físico se hallan confinadas en «células» o *cuantos* que no admiten un rango continuo de variables. Así, en el espacio de las fases cuyos puntos geométricos indican pares de variables canónicamente conjugadas no es posible determinar cantidades arbitrarias de volumen. Como consecuencia de esta incertidumbre inherente al sistema, la relación clásica $du = dx dy dz dp_x dp_y dp_z$ presenta un du mínimo. Por ello, no podemos conocer con absoluta certeza si una partícula se encuentra localizada en un punto geométrico concreto del espacio de las fases. A diferencia de la relatividad general, la mecánica cuántica se distancia de una imagen geométrica de las fuerzas y condensa nuestra comprensión del mundo físico en una teoría de campos, donde la fuerza yace mediada por un conjunto de partículas de naturaleza bosónica.

Como precisamos en las páginas anteriores, sería demasiado intrépido creer que nuestra comprensión presente de la mecánica cuántica agota cualquier aproximación teórica posible a los niveles fundamentales de la naturaleza. Al igual que la teoría de la

relatividad y la mecánica cuántica alteraron los cimientos de la física newtoniana en los albores del siglo xx, nuevos experimentos, nuevas observaciones y nuevos desarrollos teóricos quizás transfiguren nuestro entendimiento de la naturaleza. Puede que incluso muestren cómo algunos modelos físicos que parecían incompatibles en realidad convergen en un plano más profundo.

Lo cierto es que el siglo xx ha asistido a una formidable extensión de la capacidad unificadora de las grandes teorías científicas. La física clásica, ahora subsumida en la física cuántica y relativista, pero no por ello anulada en su régimen de aplicación, resplandece con mayor exuberancia que en las notables formalizaciones lagrangiana y hamiltoniana de los siglos xviii y xix, que en su momento proporcionaron un marco de comprensión profundo y sistemático de las leyes de Newton.

Los mayores avances en el dominio de las ciencias físicas han dimanado de un cuestionamiento de los conceptos básicos sobre cuyos pilares descansaba esta disciplina del saber humano. No se entienden ni los progresos efectuados por Einstein ni el desarrollo de la mecánica cuántica sin prestar atención a esta honda inmersión, de pulcras resonancias filosóficas, en los conceptos fundamentales con los que había operado la física, así como en los criterios lógicos sobre cómo estipular un significado a las nociones que emplea el intelecto y a los objetos de la experiencia. Einstein, por ejemplo, parte de un interrogatorio exhaustivo a nociones como espacio, tiempo, simultaneidad y estados privilegiados de movimiento, en una esmerada búsqueda de conceptos que puedan asignarse sin ambigüedad a las propiedades observadas en el curso de los experimentos. Un comentario análogo puede realizarse a propósito de las investigaciones de Heisenberg, uno de los preeminentes teóricos cuánticos de la pasada centuria. Su hallazgo del célebre principio de incertidumbre es el fruto de una revisión del significado de los conceptos cinemáticos y mecánicos, unido a una indagación en la centralidad que ostenta el proceso de medida como única manera de acceder a la naturaleza y de explicitar sus leyes.

De este modo, la crítica de las nociones intuitivas que utilizamos ha desencadenado una auténtica eclosión de adelantos teóricos y, consecuentemente, prácticos. Se trata de un fenómeno fascinante, pues propicia una fusión de pensamiento puro y de

conocimiento empírico que constituye la más fiel reproducción del íntimo funcionamiento de la mente humana.

La biología, la ciencia que ansía entender el mundo de la vida, dispone de una vigorosa herramienta unificadora: la teoría de la evolución. Este modelo nos otorga el esquema más sintético posible a la hora de examinar el ámbito de la vida. Unifica conocimientos ecológicos, morfológicos y, sobre todo, genéticos (causa de las variaciones en los seres vivos), por lo que esclarecer la historia de la vida nos ofrece un marco incomparable para explorar su estructura y su funcionamiento presentes.

La neurociencia está en camino de desarrollar un instrumento unificador tanto o más poderoso que el de la teoría de la evolución: la comprensión científica de la mente humana. Desde el nivel de las células nerviosas hasta la esfera de la actividad del cerebro como un todo, hasta la sincronización de diversas regiones especializadas en la ejecución de tareas concretas, los progresos han sido firmes, aunque insuficientes. Cuando escrutemos cómo funciona la mente, por qué opera como lo hace, cuál es el origen de sus capacidades y el alcance de sus virtualidades, estaremos en condiciones de unificar el espacio de las humanidades, que hasta ahora parecía inasequible a una intelección propiamente científica, como si estuviera fragmentado en aproximaciones irreconciliables. Con una teoría neurocientífica de la mente examinaremos la fuente de las copiosas creaciones simbólicas del hombre, el ámbito de las producciones de su espíritu, también de las más complejas, y nos percataremos de que la sociedad, el Derecho, la religión y el arte pueden explicarse desde este fundamento neurocientífico, que a su vez hunde sus raíces en la evolución de las formas orgánicas, la cosecha más sublime de las leyes físicas que gobiernan el universo.

No se trata de agotar la comprensión de lo real, que con casi absoluta seguridad no cesará nunca de depararnos insólitas sorpresas intelectuales, sino de unificar saberes para discernir los principios fundamentales que vertebran el cosmos. Nuestra mente, nuestra lógica, nuestra intuición... han de perfeccionarse continuamente en contacto con la realidad, por lo que descifrar los ejes básicos del universo propicia también descubrir las verdaderas posibilidades de la inteligencia humana, de su lógica y de su lenguaje.

3.2. Conservación, selección y unificación

Uno de los principios neurálgicos de la realidad desentrañados por la física remite a la *conservación* de determinadas cantidades en los procesos naturales. Así, y según el teorema de Noether, sabemos que cualquier simetría diferenciable posee una ley de conservación asociada. El concepto físico más importante para expresar este principio del obrar de la naturaleza es el de *acción*, quizás el más relevante y hondo de cuantos orientan el razonamiento de esta ciencia. La invariancia con respecto a la traslación en el tiempo se traduce en el principio de conservación de la energía; la invariancia con respecto a la traslación en el espacio, en el de la conservación del momento; la invariancia con respecto a la rotación, en el de conservación del momento angular. Las unidades de los productos de estas magnitudes canónicamente conjugadas —momento y posición, energía y tiempo...— no son otras que las de la acción, precisamente sobre las que se aplica el principio de incertidumbre de Heisenberg (verdad desconcertante donde las haya, cura de humildad para el hombre, porque pone de relieve los límites de su saber).

También en el esquivo mundo cuántico se ha comprobado la existencia de una simetría gauge vinculada a la conservación de la carga eléctrica. La física discierne así principios de conservación que, desde las partículas subatómicas hasta el estudio de los sistemas termodinámicos, establecen leyes aparentemente inviolables. Puede discutirse sobre el estatuto del principio de conservación de la energía en el plano cosmológico, pero nadie duda de su vigencia en todos los sistemas que componen el universo.

En el ámbito de la biología, una categoría clave, probablemente tan fundamental como la de *conservación* en física, es la de *selección*.⁴⁵ Transmitida gracias al poder replicador de los seres vivos,

45 Ciertamente, en biología también encontramos fenómenos de conservación, pero en nuestro análisis nos referimos a la innovación conceptual más importante que acontece en cada una de las grandes parcelaciones del objeto indivisible de la ciencia (la materia y sus procesos). Por ejemplo, extrapolar el concepto biológico de selección a la física se nos antoja problemático. Solo en virtud de una holgada licencia metafórica podríamos hablar de replicación de entidades físicas, porque en el ámbito material que explora la física lo que se produce es una reordenación espaciotemporal de es-

la variabilidad es seleccionada por el medio según su eficiencia reproductiva. Y si ascendemos en la escala de complejidad material hasta el universo de la conciencia humana, ¿es posible identificar un principio investido de similar pujanza teórica? Pienso que una candidata con visos de verosimilitud es la idea de «unificación». La mente consciente unifica sistemáticamente las percepciones que recibe, y lo que emana es una integración de datos susceptibles de asimilación subjetiva. Desconocemos, claro está, por qué precisos mecanismos discurre este fenómeno, pero la mente humana ostenta el inusitado privilegio de unificar la multiplicidad del mundo a través del tamiz de su racionalidad. Esta captación unitaria de la realidad, esta criba conceptual de un mundo cuya heterogeneidad nos resulta prácticamente inabordable, esta inserción de la naturaleza en patrones lógicos que revierten conscientemente sobre el propio sujeto, representa uno de los mayores progresos en la larga trama de la evolución. Es la aurora del conocimiento como la fuerza más poderosa de la vida y como el pináculo de su actividad, porque conocer es unificar, es conectar, es integrar lo distinto sobre la base de las relaciones compartidas.

3.3. La unidad de la naturaleza

Las tres nociones (conservación, selección y unificación) no son estrictamente discontinuas. Toda tripartición del universo en hilosferas, biosferas y noosferas obedece a instructivos esquematismos epistemológicos, mas no a la realidad en sí, independiente del juicio emitido por la inteligencia humana. Pues no solo es evidente que, a lo largo de su dilatada historia, la naturaleza ha sido capaz de alzarse desde un nivel a otro por sí sola —lo que sugiere la

estructuras, no una replicación estricta, concebida como la creación de copias idénticas de una molécula (el ADN). Por supuesto, siempre podría argüirse que semejante proceso de replicación biológica en realidad consiste en un mecanismo más básico de reordenación espaciotemporal de un conjunto de estructuras materiales, lo que nos retrotraería a una comprensión puramente física de este fenómeno. Esta perspectiva quizás resulte legítima en último término (esto es, en sus aspectos más fundamentales y en su conexión con la integración completa del conocimiento); sin embargo, y si la contemplamos desde un punto de vista local, nos impide captar la complejidad que lo biológico añade a lo físico.

existencia de una continuidad ontológica entre ellos—, sino que, analizadas en profundidad, las tres categorías guardan una íntima correspondencia. De hecho, cabe trazar una estrecha analogía entre, por ejemplo, un principio como el de la acción estacionaria en física (según el cual la integral de acción de una partícula ha de adquirir valores extremos, de modo que el valor de la acción sea estacionario)⁴⁶ y la idea de selección natural, mecanismo que busca obtener un punto óptimo en la relación entre las variaciones genéticas y el ecosistema. Y unificar, integrar percepciones en una conciencia unitaria de la realidad externa e interna al sujeto, ¿no implica optimizar simultáneamente el valor de la información que llega del mundo y el de la confeccionada por el propio sujeto, con el objetivo de reducir la inabarcable multiplicidad fenoménica a la unidad consciente? ¿No es más consciente del mundo y de sí mismo quien extrae la información más valiosa, más provechosa y significativa, del copioso alud de datos que filtran sus sentidos?

Gracias al desarrollo de la teoría de los orbitales y al descubrimiento de cómo se distribuyen los electrones en el seno del átomo (cuyos principios, de nuevo, dimanaban de la mecánica cuántica, como es el caso del principio de exclusión de Pauli), la física nos ha proporcionado las herramientas intelectuales adecuadas para entender la tabla periódica y la organización de los elementos químicos. Con ello, el cuasi infinito universo de las reacciones inorgánicas y orgánicas se ha insertado armoniosamente en la visión del mundo que brota de la física, de su reducido pero pujante elenco de leyes y fuerzas fundamentales. Estriba aquí uno de los mayores logros de la mecánica cuántica: la explicación completa de la estructura atómica de los elementos y la justificación de sus más destacadas propiedades fisicoquímicas. Sin necesidad de incorporar principios teóricos sustancialmente nuevos, o que no se deduzcan fácilmente de los principios con los que opera, la física nos ha permitido integrar con fluidez el vasto universo de la química.

Por su parte, la biología evolutiva cubre un nuevo campo semántico en la racionalización científica de la naturaleza: el de la vida. Se ampara, por supuesto, en las leyes fundamentales de la

46 En la mayoría de los sistemas físicos, la integral de acción es mínima localmente. En ocasiones podemos tener máximos/mínimos locales en forma de característicos puntos de silla o *saddle points*.

física, mediadas sobre todo a través de la química (y, en concreto, de la química orgánica, que elucida la estructura de compuestos como los aminoácidos y los ácidos nucleicos), pero asume conceptos ausentes en la física y en la química.

Estas nociones, imprescindibles para comprender el desarrollo de la vida, cristalizan en la teoría de la evolución, cuyo poder explicativo es prácticamente inconmensurable. De hecho, aún no lo hemos agotado, pues todavía carecemos de una versión completa de esta teoría, a la espera de una integración más profunda de la genética y de la epigenética. Estas ramas de la biología pueden refinar o incluso ampliar el binomio clásico de mutaciones azarosas y selección natural, consagrado por la teoría sintética de la evolución para justificar la variación de los individuos en el seno de las especies.

En todo caso, no sabemos a ciencia cierta cuál es el alcance explicativo de la selección natural. En ocasiones, este concepto se esgrime como una explicación apriorística para solucionar cualquier problema que eventualmente surja, lo que a veces desemboca en afirmaciones triviales, en obviedades que arrojan una luz demasiado débil sobre cuestiones demasiado profundas. Para comprender la evolución, la selección natural es una herramienta inexcusable, pero lo verdaderamente importante, enmarañado y acucioso sucede en el interior de los organismos, en sus mecanismos genéticos y en sus desarrollos epigenéticos. La selección natural no posee eficiencia: es pasiva, no activa. Se limita a podar las ramas del árbol, pero no las crea. Criba las opciones más favorables para la supervivencia, mas no las construye. No hace sino estampar el poder del ambiente en que se desenvuelve un ser vivo concreto, pero es una potencia reactiva, que excluye ciertas variaciones en el momento de la reproducción. Ni siquiera entendemos apropiadamente sobre qué elementos se aplica el poder de la selección natural, si sobre genes individuales, grupos de genes, individuos, comunidades, especies..., o sobre una mezcla racémica de todas estas opciones.

Sin embargo, y como paradigma, el marco evolucionista no ha sido superado, y es poco probable que un nuevo modelo teórico lo trascienda en el futuro, al menos en sus aspectos capitales.

El hilo conductor que auspicia el tránsito de la fisicoquímica a la biología aún no ha sido esclarecido, pues ignoramos cómo flo-

reció la semilla de la vida desde la materia orgánica inerte. Desconocemos qué condiciones químicas precisas coadyuvieron al surgimiento de las primeras formas biológicas. En términos cósmicos, su nacimiento parece un auténtico milagro, como si circunstancias improbables se hubieran conjurado primorosamente para desencadenar uno de los espectáculos más reveladores y fascinantes del universo. Pues, en efecto, con su fuerza arrolladora, la vida ha conseguido adaptarse a los ambientes más hostiles, y no ha cesado de crear una exuberancia de estructuras y disposiciones.

Es legítimo, empero, profesar esperanza en que pronto resolveremos un problema tan intrincado y apremiante. Lo lógico es que la luz de la vida en la Tierra despuntase gracias a unas particulares condiciones químicas. Este contexto propicio habría facilitado la creación de moléculas autorreplicantes, provistas de crecientes grados de autonomía con respecto al medio, los suficientes como para inducir ciertas reacciones metabólicas en el interior de la célula. En cualquier caso, y a falta de un recorrido que muestre, de modo prístino, cómo conquistó la materia inerte el reino de la vida, lo honesto es distinguir la física de la teoría de la evolución, con el matiz insoslayable de que un marco congruente con la visión científica del mundo apunta, de manera nítida, a una continuidad y coherencia profundas entre el mundo de lo inerte y la esfera de lo vivo. No podemos reducir cabalmente el nivel biológico al fisicoquímico, pero no a causa de una imposibilidad intrínseca, sino de la complejidad que exhibe el sistema. En cuanto despejemos la incógnita sobre el origen de la vida, no consigo encontrar ninguna prohibición *de iure* que nos impida dilucidar el finísimo hilo cuyas fibras hilvanan el mundo de la química con el de la biología.

Por supuesto, la ineludible complejidad de los sistemas biológicos no procede únicamente de sus elementos internos, sino de un factor mucho más relevante cuando analizamos la vida que al abordar la materia inerte: el efecto de las contingencias. El estudio de la vida exige conocer el prolijo itinerario histórico que han surcado los organismos vivos; la historia contiene necesidad, pero sobre todo se halla permeada de contingencia. Solo una inteligencia laplaciana podría haber previsto la llegada de un meteorito que impactaría sobre la Tierra en el Cretácico superior, fatalidad que generaría un gigantesco cráter en el Golfo de México y desenca-

denaría una espiral de consecuencias devastadoras para la mayor parte de las especies que en esos remotos tiempos poblaban la Tierra. Además, sabemos que existen incertidumbres invencibles en la escala microscópica. Por tanto, lo que la integración de los conocimientos persigue no es erradicar cualquier atisbo de contingencia o reducir toda explicación a un enunciado físico, sino exponer la inextricable imbricación entre todas las esferas de la realidad. Esta tentativa acentúa el poder de la mente humana para percibir los principios fundamentales y vislumbrar la unidad entre esferas tan heterogéneas.

Cuando tomamos en consideración la historia, no podemos desprendernos de la sombra de la contingencia, pero sí nos es dado entender las constantes humanas que atraviesan espacios y tiempos. Gracias a la neurociencia, gracias al estudio científico de la mente, es posible comprender las motivaciones humanas, su lógica y, por qué no, el germen de su admirable capacidad creadora. Aquí radica el marco fundamental para entender las grandes civilizaciones y las producciones más eximias del espíritu. Aun sin exorcizar el espectro de la contingencia, sigue siendo factible identificar los ejes fundamentales en torno a los que gravita la acción del hombre, conocimiento que, en nuestros días, proviene de la neurociencia.

Es legítimo albergar la convicción de que lograremos explicar los fundamentos neurobiológicos de la conciencia, pero no agotar la comprensión de cada conciencia específica, porque esta aptitud del *Homo sapiens* se nutre de una interacción sostenida con el ambiente externo e interno del sujeto. Por ello, es imposible reproducir puntualmente todos los detalles que conforman la vívida experiencia consciente de un sujeto, pues necesitaríamos replicar rigurosamente todas y cada una de las condiciones físicas y psicológicas en que se manifiesta. Sin embargo, este obstáculo tan profundo no nos impide hallar las bases neurocientíficas de la conciencia, que probablemente estriben en determinadas estructuras anatómicas encargadas de conectar las áreas perceptivas y las áreas asociativas, como el claustro y el fascículo longitudinal superior.

La ciencia goza del lenguaje más riguroso y universal que ha desarrollado la mente humana: el matemático. El progreso que esta disciplina ha protagonizado en los últimos siglos, especialmente en la reflexión sobre sus fundamentos, sus límites y su alcance, ha

brindado a la ciencia un formalismo hoy por hoy insuperable para describir la estructura y el funcionamiento del universo. Sabemos, en cualquier caso, que esta descripción de la realidad no puede ser completa por al menos dos razones. En primer lugar, los modelos emplean ecuaciones diferenciales, pero nuestro conocimiento de la materia ha revelado la discontinuidad que existe en los niveles fundamentales de la naturaleza. En segundo lugar, la utilización del lenguaje matemático nos obliga a distinguir entre igualdad formal e igualdad material. Cuando en las ecuaciones de campo de la relatividad general aparece el número π o en la ecuación de Schrödinger contemplamos el número imaginario i ($\sqrt{-1}$), es evidente que la noción de igualdad ha de interpretarse como equivalencia entre objetos puros del pensamiento, abstracciones que no tienen por qué disfrutar de independencia ontológica en el ámbito de la naturaleza. La cristalización matemática de las categorías físicas constituye la aproximación más profunda y afinada que poseemos para entender el universo, pero solo en el límite asintótico en cuya idealidad los objetos materiales convergiesen con los objetos puros del pensamiento sería correcto defender que un miembro de la ecuación es estrictamente igual al otro. La ventaja indudable que nos proporciona el lenguaje matemático reside en su versatilidad, pues se muestra lo suficientemente flexible como para abordar la práctica totalidad de las parcelas del mundo, y la invención de nuevas herramientas matemáticas a lo largo de la historia es la mejor prueba de esta plasticidad tan fructífera. Por ello, los límites del pensamiento no sellan las inexorables fronteras del ser, como conjeturaba Parménides (de hecho, ¿cómo podría saber con absoluta certeza que el ser es igual al pensar?), sino que el espacio de la mente rebosa de ductilidad, y es tan maleable como para adaptarse de continuo, en sus lenguajes y en sus categorías, a los imposterables desafíos intelectuales que plantea lo real.

Pese a las dificultades insoslayables que encara, no deja de ser admirable el impulso que ha adquirido el conocimiento humano en su tentativa prometeica de aprehender el cosmos en la levedad de un concepto. A todo ejercicio cognoscitivo subyace una lógica, unas premisas y unas reglas operativas que articulan el razonamiento humano. Sin embargo, la expresión cuantitativa de ese razonamiento solo ha logrado una plasmación adecuada en ciencias como la física, la química y —tímidamente— la biología. Los in-

tentos de extrapolar este lenguaje a los estudios sociales aún deben demostrar su auténtico potencial. Pero la lógica se aplica con independencia del área del conocimiento. Sería absurdo pensar que la mente de un físico se halla regida por reglas lógicas distintas a las que emplea un biólogo o a las que sustentan la labor de un filósofo. Por ello, todo avance en el perfeccionamiento de nuestras categorías lógicas, en el desvelamiento de sus posibilidades, de su elasticidad y de su fundamentación, proporcionará al intelecto nuevas y más agudas herramientas para captar parcelas de la realidad hasta ahora inapreciables, probablemente por no haber desplegado nociones lógicas lo suficientemente flexibles y refinadas como para asimilar la sofisticación de un mundo que no desiste de desbordar el estado presente de la imaginación humana.

III. MENTE Y MATERIA; SUBJETIVIDAD E INTEGRACIÓN

En esta sección abordaremos un problema capital al que se enfrenta todo intento de integración del conocimiento: la relación entre el cerebro y la mente, frontera que separa las ciencias naturales de las disciplinas humanas y sociales.

Alegóricamente, cabe sostener que, en el ámbito físico, el «interés» de la materia consiste en conservar la cantidad total de energía-momento en el universo. Cuando nos adentramos en el mundo de la biología, el interés se traduce en la búsqueda de la preservación, el perfeccionamiento y la transmisión de la información genética. En la esfera propiamente humana, cuando amanece la luz de la autoconciencia, fuerza que nos confiere también una elevada capacidad de anticipación a las intenciones ajenas, el interés ya no se centra en el mantenimiento de determinadas variables físicas o en la transferencia de información genética, sino que orbita en torno al individuo, en torno a «mi» mundo y «nuestro mundo». Este proceso puede concebirse como un desarrollo hacia la individualización, que inexorablemente conduce también a formas más complejas de socialización.

El tránsito del universo natural al mundo propiamente humano exige comprender cómo la evolución de las formas orgánicas ha propiciado el surgimiento de la conciencia y, en último término, el despliegue de la creatividad cultural que exhibe nuestra especie. Por ello, no será posible ofrecer una adecuada fundamentación científica de las disciplinas sociales y humanísticas mientras no adquiramos un entendimiento más profundo sobre cómo funciona la mente. Al fin y al cabo, de sus capacidades emanan las producciones culturales del *Homo sapiens*. La neurociencia se alza entonces como el puente por antonomasia entre las ciencias naturales y las ciencias humanas. La aspiración a encontrar una

explicación neurobiológica de la mente emerge así como un elemento esencial para la consolidación de la visión científica del mundo, apto para superar la frontera entre lo objetivo y lo subjetivo, entre lo cuantitativo y lo cualitativo, entre exterioridad e interioridad.⁴⁷

En el fondo, cualquier tentativa de formular una filosofía de la ciencia presupone una idea de conocimiento. Por tanto, puede decirse que apunta, en un nivel más profundo, a una concepción de la mente humana y a un modelo capaz de explicar sus operaciones más relevantes. Y aunque en ocasiones parezca que la función de la epistemología se reduce a desentrañar la lógica de la ciencia y, por ende, la validez del razonamiento científico en cuanto tal, hoy parece claro que subsiste una cuestión dotada de mayor trascendencia: ¿cómo es posible que la mente humana logre elaborar el razonamiento científico? ¿Cuál es, después de todo, la base neurobiológica de esta extraordinaria habilidad que atesoramos para desarrollar complejos argumentos científicos, cuyo poder explicativo ha desvelado una cantidad asombrosa de información sobre el universo?

Así, el afán de elucidar la validez de las ideas científicas y el deseo de comprender cómo somos capaces de crearlas no tienen por qué resultar incompatibles. El progreso de la neurociencia ha erigido un valioso puente entre la lógica y la psicología. Todo razonamiento es fruto de la actividad cerebral, por lo que el problema mente-cerebro resplandece como uno de los mayores enigmas filosóficos, del que en último término brotan muchos de los debates tradicionales (dualismo y monismo, realismo e idealismo...).

Además, y al igual que la astrofísica, en su empeño por descifrar el lenguaje más sutil de los cuerpos celestes, no ha despojado el cosmos de un ápice de su grandeza y de su infinito poder de fascinación, toda victoria que cosechemos en la carrera por entender la mente humana no hará sino incrementar nuestra admiración por

47 De esta necesidad se percató Freud en un trabajo temprano, «Proyecto de una psicología para neurólogos», escrito en 1895, donde se propuso «representar los procesos psíquicos como estados cuantitativamente determinados de partículas materiales especificables, dando así a estos procesos un carácter concreto e inequívoco».

su fabulosa estructura, icono de magnificencia. La razón prepara el camino para la contemplación intelectual. Cuanto más conocemos sobre el universo y la mente, cuanto más profundizamos en sus leyes, cuanto más ensanchamos el horizonte de nuestro pensamiento y de nuestra imaginación, con más brío y belleza emerge la convicción de que siempre quedarán misterios por desvelar. Siempre podrá el hombre ascender a una cima más alta e inspiradora, siempre persistirán nuevas verdades por descubrir y siempre se alzarán preguntas que merezcan una respuesta a través de la razón y la creatividad.

4. De la molécula al pensamiento: hacia una comprensión de la mente

4.1. Niveles de complejidad en el cerebro humano

Es difícil no sentir una mezcla de admiración y estremecimiento cuando nos adentramos en el estudio de la mente humana. De ella brotan las conquistas más sublimes del espíritu: el arte, la lógica, el derecho, la ciencia... Sin embargo, también en ella anidan las fuerzas más negativas del hombre. ¿Qué es la mente? ¿Cómo ha surgido? ¿Cuáles son sus auténticas capacidades? ¿Adónde nos conducirá?

Desde un punto de vista filosófico, resulta complicado identificar un gran problema metafísico o ético cuya esencia más profunda no remita a la enigmática naturaleza de la mente humana. Prácticamente todos los pensadores eminentes se han visto obligados a establecer una tajante divisoria entre el mundo de la materia y la esfera del espíritu. Distinciones entre, por ejemplo, hechos y valores, o entre lo cuantitativo y lo cualitativo, o entre lo objetivo y lo subjetivo, no hacen sino poner de relieve la centralidad de una incógnita que ha desafiado innumerables tentativas de elucidación.

Por fortuna, el progreso de la neurociencia y la evolución de la reflexión filosófica han inaugurado nuevos y valiosos puentes para franquear el abismo entre monismo y dualismo, escisión que durante tanto tiempo ha caracterizado el pensamiento occidental. Aunque nos encontremos aún muy lejos de contar

con una comprensión cabal de los entresijos de la mente humana (que es, al fin y al cabo, la más elevada síntesis funcional del cerebro), a día de hoy disponemos de herramientas conceptuales y experimentales enormemente iluminadoras. Ciertamente, el misterio subsiste, pero en los últimos tiempos hemos adquirido una perspectiva más integradora. Estos avances nos permiten esbozar una síntesis entre los estratos más elementales de la organización cerebral y los niveles más complejos, en cuya cúspide se situaría la autoconciencia, el santo grial de la investigación neurocientífica. El tránsito de la molécula al pensamiento no se revela entonces como una meta utópica, inasequible para la empresa científica y para el esfuerzo conceptual que despliega la filosofía. Décadas de laboriosa búsqueda han coadyuvado a esclarecer cómo las actividades más fascinantes e impenetrables de la mente humana, las estampas de esa habilidad angélica para volcar la imaginación hacia lo abstracto y desarrollar un pujante universo simbólico, hunden sus raíces en el humilde suelo de las moléculas, neuronas y sinapsis que arman la vasta infraestructura del sistema nervioso.

Los siglos de reflexión puramente filosófica sobre la naturaleza de la mente y su relación con el cerebro han producido frutos notables. Ingeniosas distinciones metafísicas y brillantes tratamientos lógicos han generado hipótesis especulativas importantes, de las que sin duda puede nutrirse la neurociencia. Sin embargo, ha llegado el momento de que la ilustre trayectoria conceptual de la filosofía se funda armoniosamente con el trabajo empírico de la neurociencia. Solo una adecuada integración del planteamiento filosófico, que tanta centralidad confiere al rigor conceptual, y de las investigaciones experimentales llevadas a cabo por ramas como la neurobiología y la psicología cognitiva puede ayudarnos a obtener un conocimiento más profundo y exacto del cerebro y la mente, un sistema altamente organizado que comprende aproximadamente ochenta y cinco mil millones de neuronas y entre mil y diez mil conexiones sinápticas por neurona, así como cincuenta mil millones de células gliales, todo ello dispuesto en una compleja de red de áreas corticales especializadas.

Los razonamientos filosóficos, por convincentes que en ocasiones se nos antojen, no pueden trascender por sí solos la ardua barrera de las comprobaciones empíricas, que constituyen el verdadero

filtro de toda elaboración teórica. Por tanto, parece sensato depositar grandes esperanzas en las posibilidades deparadas por una teoría neurobiológica de la mente que sirva como fundamento «material» para las disquisiciones meramente filosóficas, reflexiones que, por lo general, suelen abordar los niveles más complejos del cerebro, pero que con frecuencia se separan negligentemente del sustrato neuronal sobre el que se asientan las funciones más elevadas de la mente. De lo contrario, la filosofía se estancará en alambicadas discusiones incapaces de expandir nuestro conocimiento.

La filosofía sin ciencia se convierte en una actividad vacua, despojada del fermento material y empírico que nos informa sobre la realidad externa a nuestras propias producciones conceptuales; la ciencia sin filosofía reduce su horizonte de reflexión y renuncia a formular las cuestiones más ambiciosas y universales. La filosofía, de hecho, puede proporcionar la base epistemológica de muchas de las cuestiones examinadas por la neurociencia, así como contribuir a la crítica de determinadas conclusiones científicas carentes de fundamento sólido. Sin embargo, el problema al que nos enfrentamos es esencialmente neurobiológico, por lo que sería vano prescindir de esta disciplina.

Lo cierto es que un interrogante nos acucia: ¿es realmente viable reducir la mente a los procesos cerebrales concomitantes?

Pese a la extrema dificultad de la tarea, creemos poder afirmar con contundencia que es, en efecto, posible dilucidar la base neurobiológica de los fenómenos mentales. La clave para lograrlo estriba en percatarse de una evidencia cuando menos maravillosa, dadas las evocaciones de simplicidad, elegancia y armonía que comporta: cualquier lenguaje neural, sea sensorial o motor, perceptivo o ejecutivo, se traduce siempre en una señal electromagnética. Este código constituye el lenguaje universal del cerebro. Las características de los estímulos se representan mediante patrones de descarga de la actividad neural, no por el código de señal, que es compartido. Su intensidad y su duración se reflejan en los patrones de descarga del potencial de acción. En lo que concierne a la modalidad del estímulo, esta información depende de la vía nerviosa concreta por la que se procese, así como de la localización de los mapas neurales. La integración de los distintos datos sensoriales viene así garantizada por la existencia de un alfabeto común a todas las funciones mentales: las sensiti-

vas, las perceptivas, las involucradas en el ejercicio de nuestras acciones...

El deseo de vincular los niveles más básicos de la organización cerebral con las funciones cognitivas más complejas (para, en último término, explorar la acción del cerebro como un todo) se ampara en la evidencia de que es posible desarrollar, paulatinamente, el delgado hilo de Ariadna que conduce desde las estructuras neurobiológicas más elementales hasta las más eximias facultades de la mente humana.

A diferencia de lo que sucede en la física, en biología y neurociencia no es fácil desentrañar leyes comunes y patrones universales de comportamiento. Existen, por supuesto, leyes como las de Mendel, pero la singularidad de la mayoría de las estructuras biológicas relevantes y la necesidad de ofrecer análisis que operen en niveles muy heterogéneos provocan que la investigación dependa estrechamente de la existencia de nuevos datos experimentales y nuevas técnicas (como las de neuroimagen —MRI, PET..., que proporcionan valiosa información estructural y funcional *in vivo* sobre el sistema nervioso— y la optogenética —método revolucionario que permite encender o apagar con luz poblaciones de neuronas genéticamente especificadas—). En física, por el contrario, es factible propiciar avances significativos desde el razonamiento puro —contrastado, lógicamente, con la experiencia—, por lo que en esta disciplina científica la iniciativa puede llegar desde sofisticados modelos teóricos y audaces experimentos mentales.

En el dominio de las ciencias biológicas languidece el poder del razonamiento predictivo, cuyas virtualidades han potenciado inconmensurablemente nuestro conocimiento del mundo físico. Por ello, es preciso reemplazarlo con una meticulosa recolección de datos que arrojen luz sobre la estructura y el funcionamiento de los sistemas biológicos concretos. La inducción sustituye entonces a la deducción, y la importancia de los detalles inherentes a cada estructura, la especificidad de los sistemas biológicos particulares, adquiere una importancia incuestionable, que resplandece con inusitada intensidad cuando examinamos el cerebro de los mamíferos. Así como es legítimo considerar, tanto desde un punto de vista teórico como desde un ángulo meramente práctico, que dos electrones libres cualesquiera son esencialmente

idénticos en sus propiedades, la individualidad de una neurona no puede subestimarse cuando pretendemos explicar el funcionamiento del cerebro humano. Las características particulares que dimanen de su conectividad le otorgan una identidad única e irreductible. Si en el estudio de numerosos sistemas físicos podemos despreciar ciertas interacciones entre sus componentes para centrarnos en el análisis de otros factores (por ejemplo, en el modelo de un gas ideal, donde las interacciones entre las partículas del gas pueden obviarse, al menos en primera aproximación), las entidades biológicas se están creando constantemente a través de continuos intercambios entre los ambientes externo e interno.

Las dificultades que acabamos de reseñar subyacen a los fallos apreciables en muchos de los modelos teóricos sobre el cerebro y la mente hasta ahora propuestos. Sin embargo, atesoramos una comprensión cada vez más profunda de los fundamentos moleculares que sustentan la arquitectura cerebral y la función mental. Este progreso alimenta la esperanza de que, en un futuro no muy lejano, conseguiremos traspasar las barreras que escinden los distintos niveles de organización del sistema nervioso, desde las moléculas hasta la función mental, para alumbrar una visión integradora.

La legitimidad de distinguir un nivel de otro nace de la posibilidad de discernir innovaciones destacadas en los planos estructural y funcional. Estas «rupturas» nos capacitan para delimitar la frontera entre, por ejemplo, el nivel de las células nerviosas descubiertas por Ramón y Cajal a finales del siglo XIX, que representan las unidades estructurales y funcionales básicas del sistema nervioso y se hallan regidas por relaciones de contigüidad, y el de las conexiones sinápticas establecidas por las distintas neuronas. La arquitectura unificada del cerebro nos permite postular una continuidad global entre los diferentes niveles (contemplada al menos como «conectividad global en potencia»), pero si focalizamos nuestro análisis en los sistemas singulares que componen este órgano, advertimos que la negativa a individualizar ciertos ensamblajes biológicos dotados de características compartidas desemboca en dificultades analíticas insoslayables.

Así, un modelo plausible deberá reconocer, como mínimo, los siguientes niveles de organización estructural y cerebral en

el cerebro de un mamífero altamente evolucionado como es el *Homo sapiens*:

El nivel molecular

El nivel celular (lo que incluye el papel desempeñado por los genes y los factores de transcripción)

El nivel presináptico y postsináptico

El nivel de los conjuntos neuronales sencillos

El nivel de las redes neuronales cooperativas más complejas

El nivel de las áreas cerebrales concretas

El nivel del cerebro como un todo, capaz de integrar sistemáticamente la información suministrada por los niveles más básicos para procesarla de forma consciente.

Aunque la demarcación entre niveles parezca en ocasiones borrosa, no hemos de olvidar que una característica neurálgica del funcionamiento del cerebro humano remite a su actividad integradora. Los ámbitos delineados permanecen en constante regulación y evolución, sobre todo gracias a la interacción con ambientes de diversa complejidad, aptos para ejercer una profunda influencia sobre los procesos sinaptogénéticos, la conectividad neuronal de largo alcance y el desarrollo epigenético.

La elucidación del grado de interdependencia que vincula todos estos factores habría resultado imposible sin una comprensión más honda e iluminadora de cómo se produce el flujo de información entre el genoma (el conjunto de genes) y el proteoma (el conjunto de proteínas), mediado por el transcriptoma. Semejante conquista intelectual constituye uno de los principales hitos de las ciencias biológicas. La representación tradicional del flujo de información se pincelaba de manera lineal. Así, la expresión génica consistiría en la transcripción de la información genética mediante el ARN-mensajero, para luego traducirla en proteínas. Hoy vislumbramos un ciclo más complejo, dado que el proteoma no se limita a recibir de modo pasivo la información procedente del genoma, sino que interviene retroactivamente. Este mecanismo, pilar de la epigenética, introduce un factor de suma relevancia, pues añade un polo de variabilidad al proceso, al suscitar trazos estables y heredables ausentes en la información genómica inicial.

No es de extrañar que el estudio de la epigenética haya revelado una dimensión hasta hace poco desconocida de la evolución biológica. Más allá de una visión que gravitaba primordialmente en torno al gen, en torno a lo heredado, en torno a un material solo modificable a través de azarosas mutaciones, la ciencia ha descubierto un cuadro mucho más armonioso, sofisticado y sugerente sobre la interacción entre la información genética y la ambiental. En este soberbio lienzo existe una continua retroalimentación entre la herencia biológica, determinada por la constitución del genoma, y la información inédita suministrada por el ambiente, por el mundo externo al ser vivo, por la experiencia. Una conclusión notable apunta a la posibilidad de regular la expresión génica mediante la asimilación de información ambiental, normalmente canalizada por procesos de metilación que pueden, por ejemplo, inducir el silenciamiento de ciertos genes en determinados contextos biológicos.⁴⁸ En consecuencia, el flujo de información ya no transcurre exclusivamente del genoma al proteoma, lo que desencadena copiosas innovaciones genotípicas y fenotípicas.

La postulada reciprocidad entre los distintos niveles de organización cerebral implica que, además de los procesos «de abajo arriba» (*bottom-up*), desde los niveles elementales hasta los más elevados, es preciso tomar en consideración el itinerario «de arriba abajo» (*top-down*), en el que los niveles más complejos condicionan los más fundamentales. Esta retroalimentación entre todos los niveles de la arquitectura cerebral introduce no-linealidad en el sistema, con señales de reentrada eferentes y aferentes, donde las rutas estrictamente secuenciales coexisten con operaciones procesadas en paralelo.⁴⁹ En términos generales, estas interacciones «de arriba abajo» constituyen la base de buena parte de la plasticidad que exhibe el cerebro humano. Así, la intrínseca variabilidad de un ambiente sometido a incesantes alteraciones es susceptible de asimilación por un cerebro que, junto a procesos determinados genéticamente (mediante grupos

48 Cf. Holliday, R. (2006). Epigenetics: a historical overview. *Epigenetics*, 1(2), 76-80.

49 Cf. Tononi, G., Sporns, O., & Edelman, G. M. «Reentry and the problem of integrating multiple cortical areas: simulation of dynamic integration in the visual system», *Cerebral Cortex*, 2/4(1992), 310-335.

de genes que codifican redes neuronales particulares),⁵⁰ manifiesta un asombroso grado de elasticidad en el conjunto de sus operaciones. En palabras de Eric Kandel, «al igual que combinaciones de genes contribuyen al comportamiento, también al comportamiento social, el comportamiento y los factores sociales pueden influir en el cerebro, retroalimentándolo para modificar la expresión génica y, por tanto, la función de las células nerviosas. El aprendizaje, incluido el aprendizaje que desemboca en comportamiento disfuncionales, produce alteraciones en la expresión génica».⁵¹

4.2. Instrucción y selección

Semejante combinación de mecanismos de instrucción y selección brinda al cerebro una exuberancia de posibilidades configurativas, núcleo de la versatilidad de nuestra conducta. Simplificadamente, es entonces legítimo sostener que la línea causal «de abajo arriba» define las constricciones limitadoras de la variabilidad global del sistema, mientras que la ruta «de arriba abajo» amplifica su variabilidad, dentro de las fronteras proyectadas por esas mismas constricciones.

De modo esquemático, la interacción entre los niveles más elevados y los más fundamentales puede interpretarse como la *potencia* del sistema, dado que, al beneficiarse de la variabilidad intrínseca al ambiente, multiplica copiosamente las posibilidades ofrecidas por la estructura y la funcionalidad innatas al cerebro, frutos inexcusables de las disposiciones genéticas heredadas. Ambas rutas causales nos procuran un polo de variabilidad y un polo de selección, acordes con su más íntima estructura y su más profunda funcionalidad. La bidireccionalidad que rige los dos itinerarios causales, lejos de violar la irreversibilidad temporal de todo proceso causal, la corrobora, pues si bien es cierto que cabe crear líneas causales paralelas, cuando examinamos cada senda cau-

50 Cf. Greenspan, R. J. (2009, November). Selection, gene interaction, and flexible gene networks. In *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology* (pp. sqb-2009). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

51 «A new intellectual framework for psychiatry», *American journal of psychiatry*, 155/4 (1998), 460.

sal específica topamos con un proceso estrictamente irreversible, donde los caminos secuenciales conducen de un nivel más básico a otro más complejo o viceversa.

Como corolario, además de la causalidad transversal que hemos descrito (entre niveles y en ambas direcciones) es necesario apelar a las relaciones causales que acontecen en el seno de cada nivel. Esta causalidad horizontal cubre, por ejemplo, los procesos estructurales y funcionales que tienen lugar en el interior de las células nerviosas. Lógicamente, el itinerario intracausal allana el camino para los nexos intercausales entre los distintos niveles, y estos últimos redefinen las interacciones internas de los niveles particulares.

La integración de los datos y modelos facilitados por las investigaciones neurocientíficas nos permite así identificar los mecanismos químicos que subyacen a las operaciones menos «tangibles» del cerebro, sobre todo cuando sondeamos las funciones cognitivas más complejas. Porque decir que la mente —entendida como el conjunto de nuestras funciones cerebrales, con especial atención a las superiores— *emerge* no soluciona el problema fundamental: cómo y por qué lo hace.

Es muy tentador para el filósofo creer que, por haber vislumbrado un principio genérico o un concepto universal en el que fácilmente se subsume una multitud de fenómenos, realmente ha explicado cómo funciona el universo. Definir es establecer una identidad y, en su sentido más profundo, una tautología, pero no implica necesariamente que hayamos descubierto algo nuevo sobre ese elemento particular. A nuestro juicio, Spinoza comete un error de esta naturaleza cuando equipara libertad con necesidad, o la mente con la idea del cuerpo, pues en este ejercicio de cuadratura del círculo metafísico confunde la causalidad última con la próxima. Puede que, en último término, la libertad coincida absolutamente con la necesidad natural, pero de poco sirve afirmarlo, porque es imprescindible explicitar el itinerario causal preciso que conduce a semejante identidad. Es en la comprensión de los detalles y de la forma exacta en que se subordinan a principios más generales donde resplandece el progreso de la ciencia. Análogamente, sostener que la mente es la idea del cuerpo no explica cómo se produce tal identidad. Entender cómo lo homogéneo se diferencia en lo heterogéneo, y cómo

de una misma materia inicial surgen objetos diversos, mediante la adquisición de distintas disposiciones espaciotemporales que propician niveles variables de complejidad, es siempre uno de los grandes desafíos de la ciencia. De lo contrario, llegaremos a pensar que, por enunciar un nombre, hemos explicado un fenómeno. Ciertamente, es legítimo sostener que «todo es materia», pero sin ulteriores especificaciones, sin la propuesta de mecanismos concretos que justifiquen por qué la materia adopta tantas y tan variadas formas, esta frase es tan vacua como la sentencia «todo es espíritu». De nuevo, es al desbrozar los mecanismos particulares cuando la ciencia exhibe todo su poder para incrementar nuestro conocimiento.

Para resolver este problema, es imprescindible dilucidar meticolosamente el enlace entre los niveles básicos de organización cerebral y las funciones más complejas. Por ejemplo, cabe destacar que algunos desarrollos recientes han ampliado nuestra comprensión de cómo se almacena la memoria a escala molecular. Así, estamos en condiciones de fusionar los procedimientos reduccionistas, interesados principalmente en esclarecer el itinerario que lleva desde los niveles más simples hasta los más complejos, con las estrategias holistas, destinadas a estudiar el funcionamiento del cerebro como un todo. Dado que ninguna ley conocida de la naturaleza impide vincular causalmente los distintos niveles, las flaquezas de nuestra comprensión serán perfectamente subsanables conforme avancen las investigaciones.

Desde los más niveles básicos, como el de la organización funcional de los circuitos neuronales en el córtex cerebral (lo que incluye el prominente papel que desempeñan estructuras como el hipocampo),⁵² hasta el estudio de las tareas más complejas que la mente humana es capaz de ejecutar (como los mecanismos cerebrales subyacentes al aprendizaje de la escritura, de los sistemas de numeración y de la cognición social),⁵³ el enfoque «de abajo arriba» puede exhibir su inmenso potencial para armonizar, fruc-

52 Klausberger, T., & Somogyi, P. (2008). Neuronal diversity and temporal dynamics: the unity of hippocampal circuit operations. *Science*, 321(5885), 53-57.

53 Cf. Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. OUP USA.

tíferamente, una aproximación reduccionista y una perspectiva integradora y holística. Su división obedece a motivos prácticos, mas no dimana de una imposibilidad intrínseca.

El estudio del tipo de plasticidad sináptica conocido como «potenciación a largo plazo» (*long-term potentiation*) ha puesto de relieve la relevancia que ostenta este mecanismo para la memoria espacial y el aprendizaje.⁵⁴ No es descartable que esta acumulación de progresos científicos conduzca finalmente a una explicación mecanicista, neurobiológica, de los tipos de memoria caracterizados por la psicología.⁵⁵ Además, los mecanismos moleculares y los actores básicos (segundos mensajeros como el adenosín monofosfato, enzimas como la proteína kinasa A, factores de transcripción como el CREB...) son conspicuamente similares a los que participan en el procesamiento de formas elementales de memoria no-declarativa en invertebrados, cuyas rutas metabólicas son análogas, tal y como ha demostrado Eric Kandel.⁵⁶

Este tipo de investigaciones han allanado el camino intelectual que conduce de la molécula a la mente.⁵⁷ Aunque una comprensión molecular completa del pensamiento abstracto aún se nos antoje lejana, el progreso ha sido notable, una vívida prueba del poder de la ciencia para desvelar la unidad de la naturaleza y el alcance de sus leyes fundamentales.

Desde una perspectiva más amplia, hoy parece claro que la experiencia y la actividad neural son capaces de reconfigurar funciones cerebrales. Las estructuras neuroanatómicas fundamentales pueden gozar de estabilidad, pero la conectividad funcional exhibe un extraordinario grado de plasticidad. El equilibrio entre la estabilidad estructural y la mutabilidad funcional

54 Cf. Bliss, T. V., & Collingridge, G. L. (1993). A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus. *Nature*, 361 (6407), 31.

55 Cf. Blanco, C. (2014). *Historia de la neurociencia*. Siglo XXI, 204.

56 Cf. Abel, T., Nguyen, P. V., Barad, M., Deuel, T. A., Kandel, E. R., & Bourtschouladze, R. (1997). Genetic demonstration of a role for PKA in the late phase of LTP and in hippocampus-based long-term memory. *Cell*, 88(5), 615-626.

57 Cf. Squire, L. R., & Kandel, E. R. (2000). *Memory: From mind to molecules* (Vol. 69). Macmillan, 212.

se consigue mediante un proceso de constante regulación. En él, las células nerviosas logran producir patrones consistentes de actividad,⁵⁸ susceptibles de modificación según las nuevas experiencias atesoradas por el sujeto. Así, los elementos del sistema nervioso determinados genéticamente propician un conjunto de mecanismos de retroalimentación con el ambiente, en un intercambio dinámico entre flexibilidad y estabilidad que confiere al cerebro asombrosos niveles de elasticidad, adaptabilidad y mejora.

La elevada especificidad de numerosas neuronas se transmite genéticamente, pero la intensidad de las conexiones puede alterarse. En ocasiones, surgen nuevas conexiones. Por ejemplo, Merzenich ha demostrado el enorme grado de plasticidad que manifiestan diversos circuitos neuronales, tanto como para auspiciar que la actividad en la edad adulta repercuta en una reorganización de las regiones somatosensoriales y auditivas. En consecuencia, el aprendizaje adquirido y el entrenamiento de órganos como la mano y el oído pueden tener efectos poderosos sobre el córtex cerebral.⁵⁹ Por supuesto, existen períodos críticos, tras los cuales se desvanecen estos efectos, pero la intuición de que el hábito y la utilización refuerzan e incluso expanden ciertas capacidades, mientras que la falta de uso atrofia el órgano, ha sido validada a escala cortical.⁶⁰ La identidad individual emerge entonces como fruto de un complejo y fascinante intercambio entre genética y ambiente, condensado en la transformación y creación de conexiones neuronales y mapas neurales. La información adquirida modifica la heredada. He aquí la maravilla de la ontogenia, la belleza del desarrollo individual y de su capacidad para complementar activamente la filogenia.

58 Cf. Schatz, C. J. (1992). The developing brain. *Scientific American*, 267(3), 60-67.

59 Sobre la naturaleza de las representaciones corticales, cf. Merzenich, M. M., Recanzone, G., Jenkins, W. M., Allard, T. T., & Nudo, R. J. (1988). Cortical representational plasticity. *Neurobiology of neocortex*, 41-67.

60 Cf. Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270(5234), 305.

4.3. *Hacia una comprensión interdisciplinar de la conciencia*

En cualquier caso, la extraordinaria complejidad del cerebro nos invita a desarrollar un enfoque interdisciplinar. Ninguna rama científica o filosófica es capaz de procesar la ingente cantidad de información —investida de ineludible heterogeneidad— que envuelve el cerebro y la mente humana. Pero una aproximación interdisciplinar, que auspicie la colaboración entre distintas ramas del saber, como la bioquímica, la genética, la neurología y la ciencia cognitiva (convergencia de disciplinas que yace, precisamente, en la génesis de la moderna empresa neurocientífica)⁶¹, no puede ocultar la relevancia de los mecanismos químicos en el funcionamiento del cerebro a escala global. Este empeño sintético contribuye a crear un nuevo y sorprendente marco de referencia para las ciencias del cerebro. Como ha escrito Jean-Pierre Changeux, «une causal y recíprocamente los niveles moleculares y los cognitivos, tanto en el seno del cerebro individual como entre cerebros en su ambiente social y cultural, lo que sugiere nuevos puentes entre las ciencias del cerebro y las humanidades».⁶²

En particular, el estudio de la comunicación celular está llamado a arrojar grandes luces sobre cómo los distintos niveles cerebrales intercambian información. En este punto adquiere especial relevancia la comprensión de la función ejercida por sustancias químicas como los neurotransmisores. De esta manera, sin el conocimiento suministrado por el nivel molecular resulta virtualmente imposible descifrar los misterios de un órgano, el cerebro, capaz de compartir prodigiosas cantidades de información cualitativamente disímiles.

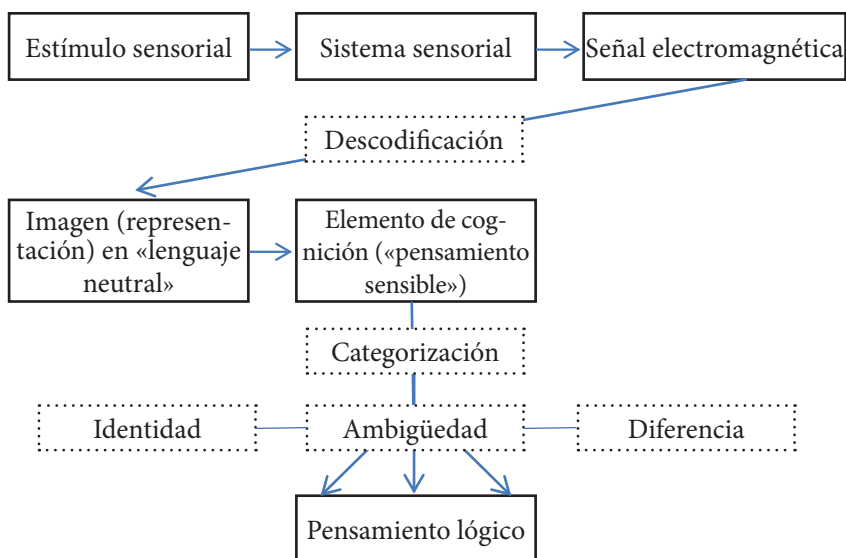
Desde un punto de vista fenomenológico, cualquier modelo que aspire a unificar lo neurobiológico y lo cognitivo deberá pres-

61 Cf. Blanco, C. *Historia de la neurociencia. El conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar*, Biblioteca Nueva, Madrid 2014, 127-135.

62 «The concept of allosteric interaction and its consequences for the chemistry of the brain», *Journal of Biological Chemistry*, 288/38 (2013), 26981.

tar atención a al menos tres elementos: la percepción del mundo externo, su asimilación subjetiva y la acción consciente que se deriva de nuestros pensamientos y decisiones.

Si, por razones de simplicidad, excluimos los actos puramente inconscientes, llegaremos al siguiente esquema explicativo:



Por ejemplo, una señal sensitiva que contiene información visual se procesa en el lóbulo occipital del córtex cerebral. El mecanismo discurre de acuerdo con la ley de Müller para las energías específicas: la modalidad de un sentido concreto es una propiedad de la fibra nerviosa sensorial, y cada sentido es capaz de activar un estímulo particular. Por ello, no gozamos de acceso directo al mundo y a sus objetos, sino que nuestra representación de la realidad se halla mediada por las modalidades específicas de los distintos sentidos y por el modo en que procesan información.⁶³

Atesoramos un conocimiento bastante preciso de la estructura de la corteza visual. Las investigaciones más recientes han revelado la importancia que ostenta el principio de especialización funcional en esta región. Así, el sistema encargado de procesar la información sobre el color del estímulo se localiza en el complejo

63 Cf. Rachlin, H. (2005). What Müller's law of specific nerve energies says about the mind. *Behavior and Philosophy*, 41-54.

V4, mientras que la información sobre el movimiento visual está relacionada con el sistema V5; un daño en el primer sistema (como la acromatopsia) no tiene por qué afectar al segundo (una de cuyas patologías más singulares es la akinetopsia). Esta separación anatómica, pese a propiciar que en períodos cortos el sujeto se abstenga de forjar una imagen unificada y únicamente perciba aspectos aislados del estímulo (como captar el color sin el movimiento),⁶⁴ no impide, sin embargo, que en términos globales tenga lugar un procesamiento jerárquico de la información visual, mediante células complejas (neuronas piramidales de gran tamaño) que controlan células simples, las cuales a su vez gobiernan grupos de células estrelladas en la capa 4C, así hasta las células ganglionares y a los fotorreceptores de la retina.⁶⁵ Cada nivel jerárquico incrementa el grado de «abstracción» de la información visual; es, por tanto, la especialización (contemplada como división del trabajo neural entre grupos de células corticales de los distintos sistemas) lo que posibilita el acceso a niveles crecientes de abstracción —o «formalización»— en el procesamiento del estímulo, gracias a la cooperación de los diferentes conjuntos de células funcionalizadas.

En cantidades prácticamente infinitésimas de tiempo —aunque la velocidad del impulso nervioso no es excesivamente elevada, pues es inferior a la velocidad del sonido—, esta información, codificada en un lenguaje electromagnético, recorre la conectividad de largo alcance que media entre el córtex posterior y las cortezas prefrontales, donde las células piramidales desempeñan un papel importante. Por supuesto, también se ve afectada por el sistema límbico, sede de los procesos emocionales. Esta información emocionalmente codificada avanza hacia el córtex frontal, primero a las áreas relacionadas con el procesamiento del lenguaje y más tarde a las regiones asociativas del cerebro. En las primeras, la señal electromagnética, que incluye tanto el estímulo percibido

64 Cf. Zeki, S. (2003). The disunity of consciousness. *Trends in cognitive sciences*, 7(5), 215.

65 Por tanto, más que ante manifestaciones de «microconciencias», ligadas a cada región a la que cabe atribuir una facultad perceptiva, lo que presenciáramos es una conciencia focalizada, entendida como la capacidad de concentrar la atención en un objeto, en un grupo de objetos o en características individuales de los objetos; es decir, una conciencia dirigida.

como su asimilación emocional, se traduce en una representación interna, canalizada desde los cánones que estipula el lenguaje convencional hablado por el sujeto. El procesamiento final en las áreas asociativas del córtex prefrontal facilita un tratamiento «independiente» de la información, que nos permite reflexionar sobre la información aprehendida.

En esta «cadena de montaje» cognitiva, la mente aprehende, de acuerdo con su grado de desarrollo, un conjunto de características del estímulo y las traduce en un lenguaje que le resulte inteligible (un código electromagnético). El procesamiento de la información exige, como puso de relieve Kant, formalizar el dato bruto intuido por la experiencia para transformarlo en un objeto susceptible de ser aprehendido según la estructura de nuestro entendimiento.

Sin embargo, la cuestión se refiere al tipo y al número de categorizaciones que la mente humana vierte sobre la información obtenida de nuestra experiencia del mundo. Pues, en efecto, es difícil creer en la existencia de formas *a priori* de la sensibilidad —el espacio y el tiempo—, cuando parece innegable que la propia información sensible ya nos viene organizada espacial y temporalmente, según unas «coordenadas» que nosotros reproducimos. La conversión de la cosa (como dato bruto) en objeto susceptible de aprehensión exige, ciertamente, que el cerebro humano sea capaz de captar configuraciones espaciotemporales, pero el modo en que las aprehende no puede venir determinado por apriorismos intrínsecos a nuestra organización neurobiológica, sino por la manera en que las cosas comparecen ante nosotros, por la forma en que se coordinan las entidades y las subentidades que componen esas entidades concretas. Los estímulos llegan organizados espaciotemporalmente, y aunque sea teóricamente posible introducir ligeras modificaciones en sus disposiciones dadas, lo que recibimos coincide, sustancialmente, con la forma en que los cuerpos a los que remiten esos estímulos se encuentran configurados en el marco espaciotemporal. Son los cuerpos los que están dimensionados, y es la mente la que goza de la capacidad de aprehender esa organización dimensional.

En la primera sección de la estética trascendental, Kant esgrime una serie de argumentos para probar que el espacio no es un concepto empírico extraído de experiencias externas, pero a nuestro juicio son poco convincentes.

En primer lugar, arguye que «para que ciertas sensaciones sean referidas a algo fuera de mí (es decir, a algo en otro lugar del espacio que el que yo ocupo), y asimismo para que yo pueda representarlas como fuera y al lado unas de otras, por tanto no solo como distintas, sino como situadas en distintos lugares, hace falta que esté ya a la base la representación del espacio».⁶⁶ Incluso sin discutir que este razonamiento presupone la concepción absoluta del espacio subyacente a la física newtoniana, pues a la luz de los conocimientos actuales sabemos que es perfectamente posible desarrollar otras nociones de espacio (como se infiere de las geometrías no euclídeas, tan fructíferamente empleadas por la teoría de la relatividad general), en términos puramente lógicos el argumento es confuso. No se entiende, en efecto, si se refiere a la disposición de la mente humana para captar la organización espacial de las cosas o a la organización espacial misma de las cosas. Pues, ciertamente, la posibilidad de aprehender objetos distintos espacializados de diferente forma no revela nada sobre el origen de esa disposición espacial, que inevitablemente ha de provenir de los propios cuerpos, mas no de la mente. Los objetos se encuentran ya coordinados espacialmente, esto es, ubicados según unas relaciones espaciales determinadas; lo que la mente hace es reproducirlas según sus posibilidades intrínsecas de asimilación. En consecuencia, es factible dibujar un mapa mental espacializado, pero en virtud de la propia disposición espacial de los objetos, que en realidad no se hallan superpuestos sobre ningún espacio externo a ellos, sino que se erigen precisamente en objetos en tanto que energía spatiotemporalizada.

En segundo lugar, Kant argumenta que «el espacio es una representación necesaria, a priori, que está a la base de todas las intuiciones externas. No podemos nunca representarnos que no haya espacio, aunque podemos pensar muy bien que no se encuentren en él objetos algunos. Es considerado, pues, el espacio como la condición de la posibilidad de los fenómenos y no como una determinación dependiente de estos, y es una representación a priori, que necesariamente está a la base de los fenómenos externos». Pero, de nuevo, esta imposibilidad parece más bien reflejar la evi-

66 Incorporamos las correcciones que el propio Kant incluyó en la segunda edición de la *Crítica de la razón pura*.

dencia de que ningún objeto del mundo carece de espacialidad. De hecho, en los hipotéticos casos en que creemos poder representarnos un objeto como si se encontrara fuera del espacio, en realidad estamos introduciendo subrepticamente nuevas representaciones del espacio. Incluso cuando nos representamos mentalmente los números (cuya solidez conceptual simula traslucir atisbos de una inmutabilidad ajena a las vicisitudes espaciotemporales), la forma más intuitiva de hacerlo es en una recta, como la que conforma el conjunto de los números naturales. Esta espacialización quizás no responda al concepto físico de espacio que acompaña a nuestras representaciones de los objetos mundanos, pero sí constituye una idea de espacio, solo que de un «espacio lógico». Porque, en último término, ningún objeto se halla totalmente desprovisto de relaciones potenciales. Ni siquiera los objetos lógicos pueden considerarse como unidades absolutamente aisladas, privadas de toda capacidad de establecer relaciones con otros objetos de su misma naturaleza o de carácter heterogéneo. Y, en definitiva, en lo que nos interesa en estos momentos, que es la condición de los objetos físicos, es siempre más sencillo pensar que la imposibilidad de intuirlos sin forma espacial responde a su propia naturaleza, como entidades dimensionadas.

En tercer lugar, Kant defiende que «el espacio no es un concepto discursivo o, según se dice, universal, de las relaciones de las cosas en general, sino una intuición pura. Pues primeramente no se puede representar más que un único espacio, y cuando se habla de muchos espacios, se entiende por esto solo una parte del mismo espacio único». La mente tiene la posibilidad de concebirlo todo como un *continuum* espacial, en el que cualquier objeto se halla potencialmente relacionado con los demás objetos. Sin embargo, aunque constituya una capacidad de nuestro entendimiento, siempre presto a sobreponerse a la multiplicidad para discernir patrones unitarios de fondo, puede perfectamente remitir al hecho de que el mundo se nos presenta, en verdad, como un *continuum*, como una totalidad de materia (esto es, de energía-espacio-tiempo). En épocas tempranas del desarrollo de nuestro aparato sensitivo, es plausible sostener que la mente desarrolló la habilidad de representarse internamente ese *continuum*, tanto en la asimilación de objetos físicos como en la configuración de objetos mentales, que también están espacializados, si bien en «espacios lógicos» de distintos tipos.

Y, finalmente, Kant reafirma su idea de que la representación originaria del espacio es una intuición *a priori*, no un concepto obtenido a partir de la interacción del entendimiento con la experiencia, cuando escribe que «el espacio es representado como una magnitud infinita dada. Ahora bien, hay que pensar todo concepto como una representación que está contenida en una multitud infinita de diferentes representaciones posibles (como su característica común) y, por lo tanto, que las comprende debajo de sí; mas ningún concepto, como tal, puede ser pensado como si encerrase en sí una infinita multitud de representaciones. Sin embargo, así es pensado el espacio (pues todas las partes del espacio en el infinito son a la vez)». Toda alusión al infinito es siempre sospechosa, sobre todo porque, en esta ocasión, no se distingue adecuadamente entre infinito potencial e infinito en acto. Es extraño creer que nos representamos el espacio como una «magnitud infinita dada». Es la imaginación la que posee la habilidad intrínseca de extender, de manera potencialmente infinita, los límites de toda dimensionalización dada, pero las cosas comparecen ante nosotros en un contexto susceptible de aprehenderse como finito (es decir, como escindible de otros contextos; como parcelable en un sistema arbitrariamente delimitado). De hecho, y frente a lo que sostiene Kant, si dispusiéramos de tiempo infinito para pensar un mismo objeto, sería perfectamente factible imaginar ese concepto como si encerrase una infinitud de representaciones subyacentes.

La imaginación, considerada como predisposición innata —aunque desarrollada evolutivamente— a establecer relaciones entre objetos reales o ideales, puede siempre extender las conexiones entre representaciones *ad infinitum*. Lo mismo puede decirse sobre el espacio. Por tanto, la evidencia de que no podemos desprendernos de una representación espacializada de los objetos del mundo solo prueba que la imaginación posee la capacidad de ampliar irrestrictamente esa representación, hasta cubrir, en términos hipotéticos, cualquier relación potencial, pero no resuelve nada sobre el carácter apriorístico e intuitivo del espacio. Nuevamente, es más simple suponer que esta imposibilidad dimana de la evidencia empírica de que, en efecto, los objetos físicos se encuentran ya espacializados, y no de la idealidad trascendental del espacio. Por ello, cabe sostener que incluso si hiciéramos abstracción de todas las condiciones subjetivas de la intuición, seguiría existiendo el espacio, concebido

como dimensionalización de los objetos, esto es, como un tejido de relaciones energéticas que establece sucesiones entre objetos. Estas relaciones son representables como coordenadas, cuya acepción más clara apela precisamente al carácter de «co-ordenación», o de ordenación recíproca entre las dimensiones espaciales (lo que sugiere, como vislumbró Leibniz en su correspondencia con Clarke, que el espacio constituye un conjunto de relaciones entre objetos). Podemos imaginar solo tres, pero podemos racionalizar un mayor número de dimensiones. Esta aptitud parece apuntar a la inexistencia de una representación apriorística del espacio, más allá de la que establecen los límites de nuestra imaginación, que no tienen por qué sellar los límites de nuestro pensamiento (salvo imposición apriorística de que el ser es igual al pensamiento).

Por supuesto, este argumento no excluye que la mente goce de una capacidad intrínseca (o apriorística, por cuanto es independiente de la experiencia) para percibir objetos como entidades dimensionadas. Se trata, sin embargo, de una *potencia* representativa surgida y desarrollada en interacción con los objetos mismos, que se hallan espacializados con anterioridad a que la mente los aprehenda como entidades externas a ella misma. De esta inexorable dualidad conceptual se percata el propio Kant cuando defiende, después de presentar sus argumentos, que «afirmamos, por tanto, la realidad empírica del espacio (en lo que se refiere a toda experiencia exterior posible), aunque admitimos la idealidad transcendental del mismo, es decir, que no es nada, si abandonamos la condición de la posibilidad de toda experiencia y lo consideramos como algo que está a la base de las cosas en sí mismas». Análogamente, en lo que concierne al tiempo sostiene que «el tiempo es, desde luego, algo real, a saber: la forma real de la intuición interna. Tiene, pues, realidad subjetiva en lo tocante a la experiencia interna; es decir, tengo realmente la representación del tiempo y de mis determinaciones en él. Es pues, real, no como objeto, sino considerado como el modo de representación de mí mismo como objeto». Tan calculada ambigüedad es, de nuevo, el resultado de la —a nuestro juicio— incorrecta distinción entre el espacio y el tiempo como disposiciones inherentes de las cosas y como predisposiciones intrínsecas de la mente.

Toda representación mental de objetos externos a ella misma se ampara siempre en propiedades de los objetos, aunque las modifi-

que y procese según sus propias disposiciones internas. Por ejemplo, nos representamos los olores de la manera en que lo hacemos porque algunos objetos poseen la propiedad de emitir determinadas sustancias químicas que interaccionan con nuestro aparato olfativo; nos representamos los colores visibles porque los objetos reflejan ciertas longitudes de onda del espectro electromagnético y los fotorreceptores de nuestra retina consiguen procesar adecuadamente esas señales, etc. En esta fecunda reciprocidad entre las propiedades de los objetos y las propiedades de nuestro aparato sensitivo o, más aún, las propiedades de nuestra facultad perceptiva (entendida como capacidad de convertir el estímulo sensorial asimilado en una representación interna de la que puedo ser consciente) yace la clave para comprender el funcionamiento de la mente humana.

Las objeciones que hemos planteado a la concepción kantiana del espacio son extrapolables a su idea de tiempo. Sostener que el tiempo no es un concepto empírico derivado de la experiencia, sino una forma *a priori* de la sensibilidad, insistir en la necesidad de la representación del tiempo, que se alzaría como base de todas nuestras representaciones, y afirmar el carácter del tiempo como forma pura de la intuición sensible y no como concepto discursivo, así como incidir en la infinitud del tiempo, son modos de reformular los argumentos aducidos a propósito del espacio, por lo que se nos antojan válidas las mismas observaciones críticas que hemos sugerido en las líneas anteriores. En cualquier caso, y dada la estrecha relación que existe entre el concepto de tiempo y el de conciencia (valorada como conciencia subjetiva o autoconciencia), no podemos ignorar las particularidades de esta categoría con respecto a la de espacio. Conviene, por tanto, que nos detengamos brevemente a discutir, desde un ángulo filosófico, la relación entre el espacio y el tiempo, pues entenderla constituye uno de los desafíos intelectuales más apasionantes.

En sus versiones especial y general, la teoría de la relatividad ha puesto de relieve la inextricable conexión que vincula espacio y tiempo (tan íntima que nos obliga a hablar de «espacio-tiempo»), pero siempre es posible aventurarse a plantear preguntas ulteriores. En este caso, el interrogante se referiría al modo en que espacio y tiempo se complementan cuando tratamos de comprender, conceptualmente, el movimiento. ¿Podría existir el espacio sin el

tiempo, o el tiempo sin el espacio? ¿Cuál es, en definitiva, el grado de dependencia que liga ambas realidades?

Supongamos un universo espacialmente unidimensional. En semejante escenario, cabría dudar de la posibilidad misma de realizar un desplazamiento a lo largo de un eje, salvo que la entidad en cuestión fuera unidimensional. Sin embargo, nuestra imaginación no puede figurarse adecuadamente ese objeto unidimensional que se desplaza unidimensionalmente, porque estamos acostumbrados a desplazar cualquier objeto en al menos dos dimensiones. Ciertamente, la razón puede formalizar esa situación y suplir las carencias de la imaginación mediante un modelo geométrico apropiado, pero una entidad confinada exclusivamente a una dimensión, casi encapsulada en un punto infinitésimo, parece reflejar un objeto ajeno al espacio mismo, reminiscente de la definición euclidiana de punto como aquello que no tiene partes (ni, por ende, dimensiones en sentido estricto). Por ejemplo, en el marco de la relatividad especial un fotón se contraería ilimitadamente en un punto, pues al viajar a la velocidad de la luz no podría detectar diferencias longitudinales entre dos puntos arbitrariamente escogidos. Espacialmente contraído y temporalmente dilatado, ante este *minimax* condensado en el fotón la imaginación flaquea clamorosamente, y se ve forzada a cuestionarse la posibilidad misma del movimiento, porque es difícil concebir que algo infinitésimo (esto es, una entidad que se aproxima indefinidamente a cero) pueda siquiera desplazarse. De hecho, la imaginación habitualmente se representa cualquier forma de desplazamiento como una transición entre dos puntos en una línea, pero para que se produzca este fenómeno, tiene que concebir esa línea como dotada de una anchura mínima, es decir, como suplementada por otra dimensión que guarda con ella relaciones de ortogonalidad.

Si un punto «no existe», por ser infinitamente pequeño e inaprehensible, la idea misma de dimensionalidad exhibe un carácter problemático, pues necesito concebir lo finito para representarme un movimiento posible. Podría objetarse a los anteriores razonamientos que es posible formalizar matemáticamente un movimiento puramente unidimensional, aunque no podamos imaginarlo. No obstante, cabría preguntarse si esa formalización gozaría de sentido físico, más allá de cumplir unos requisitos de consistencia lógica. Aceptemos, en efecto, que es posible desplazarse en una

sola dimensión (por ejemplo, a lo largo del eje x). Sin embargo, físicamente es imprescindible representarse ese fenómeno desde al menos otra dimensión: la temporal. Incluso si conjeturásemos que una entidad de la naturaleza ostenta el privilegio de moverse a lo largo de un único eje, en cuanto transite de un punto a otro, ha tenido que transcurrir tiempo. De hecho, el acto mismo de medir esa diferencia de estados involucra ya un tiempo. Matemáticamente puede tener sentido circunscribir nuestro análisis a una única dimensión espacial, pero físicamente no puedo exonerarme de satisfacer determinadas exigencias experimentales, como la medida (base, por otra parte, de toda actividad científica, porque constituye la mediación insustituible entre el sujeto y el objeto). Pero, de nuevo, medir implica discernir una diferencia temporal que se proyecta sobre una diferencia espacial, pues para percibir la distinción de estados en un eje espacial tengo que haber abandonado esa dimensión; de lo contrario, no podría adquirir conciencia de que ha acontecido semejante cambio. ¿Cómo podría percibir la existencia de una determinada dimensión si no la contempla desde otra dimensión? ¿Y esa otra dimensión, que me permite aprehender la espacialidad, no es el tiempo? ¿No se encuentran por tanto indisolublemente unidos el espacio y el tiempo, tanto para la imaginación como para la razón?

La conclusión de las reflexiones precedentes es clara: si bien tiene sentido reconocer que nuestro aparato sensitivo ha de ser capaz de aprehender organizaciones espaciotemporales, conduciría a error pensar que estas disposiciones subsisten separadas de los objetos mismos, cuando en realidad remiten al continuo de energía, espacio y tiempo que constituye la realidad física, tal que su génesis es suscitada por las propiedades de los cuerpos. Es razonable suponer que, en el desarrollo evolutivo de nuestro aparato sensorial, gradualmente surgieron estructuras cerebrales que se especializaron en la detección de ciertos rasgos del estímulo (intensidad, brillantez, inclinación, duración...), para ofrecernos de manera progresiva una visión más profunda y eficiente de los cuerpos circundantes.

En lo atingente a unos hipotéticos conceptos puros del entendimiento (cuyo tratamiento quedaría englobado en la analítica trascendental), no parece necesario conjeturar categorías más allá de los conceptos fundamentales de identidad y diferencia.

Como hemos sugerido anteriormente, a partir de estas nociones primitivas es factible inferir las restantes categorías clásicas que conformarían los modos posibles de juzgar, sobre cuyo examen se sustenta la tentativa kantiana de desentrañar el alfabeto conceptual básico que emplea el espíritu humano en su interacción cognitiva con el mundo. Cabe, en cualquier caso, admitir una categoría intermedia, que podríamos denominar «ambigüedad», y que se manifiesta cuando el entendimiento humano se muestra incapaz de juzgar un determinado fenómeno desde el punto de vista de la identidad o de la diferencia. Esta suspensión del juicio no desemboca en una disolución de las categorías de identidad y de diferencia, sino en la advertencia de que existe un espectro potencialmente infinito de formas ambiguas, no subsumibles de inmediato en las categorías genéricas «es» o «no es». El resultado es también un pensamiento lógico, esto es, una relación de ideas de acuerdo con las reglas fundamentales de la identidad, la posibilidad y la diferencia.

Un aspecto esencial para comprender el funcionamiento de la conciencia humana estriba en advertir la importancia que ostenta la sincronización de los procesos perceptivos y asociativos. La clave es de naturaleza temporal más que espacial. Aunque cabe postular la existencia de «conciencias espacializadas» (*id est*, estrechamente dependientes de una región cerebral específica), como por ejemplo sucede con la conciencia asociada a la percepción del color del estímulo visual, diferenciable de la conciencia vinculada a la percepción del movimiento del estímulo visual, es innegable que semejante separación puntual, propiciada por una cierta distribución anatómica, se subordina potencialmente en el proceso perceptivo a una conciencia que engloba de manera jerárquica las percepciones referidas a atributos procesados en áreas funcionales distintas. Esta conciencia unificadora, o conciencia apical, situada en la cúspide de la jerarquía perceptiva, coincide sustancialmente con el concepto filosófico de conciencia como capacidad de autopercepción y de autorreferencialidad. Se trata de una facultad que logra abstraer atributos de cada conciencia perceptiva puntual para llegar a una conciencia unificada del estímulo, donde características heterogéneas se funden en una percepción unitaria de la que el sujeto se adueña (porque la remite a él mismo: «sé que sé», «percibo que percibo»...).

Así, la conciencia no se ubica «en ningún lugar», sino en la unificación temporal de lo perceptivo y lo asociativo. De esta característica se percató brillantemente Descartes cuando definió la conciencia como *res cogitans*: le negó la condición espacial, extensa y localizada en puntos concretos, pero no la temporal.⁶⁷ La parte perceptiva reside, sustancialmente, en los sistemas sensoriales del cerebro; la dimensión asociativa descodifica e integra esa información de índole sensorial y la filtra a través de esquemas conceptualizadores, como las leyes lógicas fundamentales que gobiernan el pensamiento humano.

La conciencia siempre versa sobre algún objeto, incluido yo mismo (es el caso de la autoconciencia).⁶⁸ Cuando la conciencia

67 He insistido en este punto en *Grandes problemas filosóficos*, Síntesis, Madrid 2015, 31-49; para una reflexión metafísica más detallada sobre la importancia de este dato, cf. *Conciencia y mismidad*, 158-165.

68 En su sentido más profundo, la conciencia no alude a un tratamiento selectivo de la información disponible en las diferentes redes neuronales, sino a una monitorización de ese contenido y de la manera en que es procesado por el cerebro. Es, por tanto, primordialmente autoconciencia, es decir, conciencia volcada sobre la actividad del propio sujeto pensante y de las representaciones que llega a formar. Así, la información es referida al propio sujeto, por lo que se asimila reflexivamente, al menos durante el tiempo que el sujeto concentra su atención en ella. Esta definición de conciencia es mucho más exigente que un entendimiento de este fenómeno como simple «conciencia de algo», pues implica autorreferencialidad, esto es, «conciencia de la conciencia de algo». Apela, en suma, a un proceso eminentemente introspectivo. Por remitir a un nivel más básico de la reflexión, puede considerarse «metacognitivo», dado que contempla los propios procesos cognitivos del sujeto como si constituyera una instancia externa a ellos. De esta manera, sus estados mentales comparecen ante una determinada facultad de la propia mente, que se erige en «estado de estado». No existe, ciertamente, ningún argumento que excluya la posibilidad de explicar neurofisiológica y computacionalmente esta capacidad tan extraordinaria de la mente humana, cuyo desarrollo se encuentra estrechamente ligado a la expansión de las cortezas prefrontales. Sin embargo, es importante advertir que las investigaciones sobre procesos mentales inconscientes y conscientes —en su acepción más elemental— no tienen por qué arrojar luz sobre la naturaleza de la conciencia en su significado más complejo y abstracto como autoconciencia. Es perfectamente plausible que la existencia de procesos conscientes e inconscientes sea condición necesaria de la eclosión de una facultad autoconsciente, pero queda mucho por descubrir para sostener que es también condición suficiente.

no está en funcionamiento, puede decirse que lo inconsciente asume un papel análogo, pues también versa sobre objetos. Sin embargo, lo inconsciente no se refiere a «uno mismo», porque no versa sobre mí, y no soy consciente de lo inconsciente hasta que lo inconsciente no ha ascendido al nivel de la conciencia. Lo inconsciente equivaldría entonces a una conciencia de algo sin conciencia concomitante del yo que la ejerce. Desde este ángulo, no es de extrañar que verse sobre materiales aleatorios de nuestra memoria, en lugar de focalizarse en objetos deliberadamente escogidos o impuestos por presiones externas, y que con frecuencia se nutra de asociaciones inescrutables entre imágenes obtenidas en el mismo día o en jornadas previas, aunque en otras llegue a involucrar imágenes pretéritas. Por supuesto, lo inconsciente se halla íntimamente unido a la memoria. No obstante, y como sabemos con certeza al menos desde los trabajos pioneros llevados a cabo por Brenda Milner, la memoria no es una facultad homogénea y unimodal. Las evidencias clínicas indican que hay distintos tipos de memoria. Por ejemplo, la memoria retenida a largo plazo (o *long-term memory*) se distingue de la memoria a corto plazo (*short-term memory*). Además, se ha demostrado que el lóbulo temporal medial y el hipocampo se encargan de almacenar nuevas memorias a largo plazo, de manera que la existencia de daños en estas regiones no afecta a la preservación de memorias a largo plazo ya adquiridas. El famoso paciente H.M. podía acumular memorias a largo plazo, pero era incapaz de consolidarlas.

En esta taxonomía de la memoria, es importante también diferenciar entre la memoria consciente —vinculada al hipocampo— y la memoria inconsciente, procesada fuera del hipocampo y del lóbulo temporal medial. Esta división se relaciona con la que Squire y Schacter sugieren entre «memoria explícita» o proposicional y «memoria implícita» o no declarativa, que entraña aprendizajes procedimentales no reflexivos. Lo inconsciente se relacionaría con la memoria a largo plazo consolidada, normalmente difícil de transformar en memoria explícita o declarativa. De este modo, lo inconsciente podría interpretarse como la atención, sin sujeto concurrente, que se presta a algunos de esos materiales apilados durante una cierta cantidad de tiempo. Como ningún agente interno o externo es responsable de focalizarla, de «controlarla», esta atención es inevitablemente anárquica. Por ello, afanarse en

buscar reglas generales que justifiquen el contenido de nuestros sueños se convierte en una empresa prácticamente inviable. Parece legítimo pensar, empero, que si una imagen pasa de lo consciente a lo inconsciente, debe existir un mecanismo que conecte ambas dimensiones (y, en consecuencia, no tendría por qué haber razones que prohibieran recorrer el camino inverso).⁶⁹

Si intentamos extraer conclusiones filosóficas generales a partir de las anteriores consideraciones neurobiológicas y cognitivas, cabe sostener que la mente puede contemplarse como el límite de la materia (ignoramos si es el único); esto es, como el límite en el que la estructura se reduce a la función y lo espacial se «comprime» en lo temporal, tal que con un mínimo estructural es posible alcanzar un máximo funcional para ese sistema.⁷⁰ Al no depender unívocamente de una estructura cerebral concreta, sino de la integración de diversas áreas, la mente converge con la idea de una elevadísima funcionalidad, donde *ex hypothesi* cualquier estructura podría realizar equipotencialmente cualquier función, y la función se desacoplaría de su rígido engarce en una estructura específica. Evoca así el poder del pensamiento, capaz de ponerse en el lugar de cualquier otra realidad, de acuerdo con la famosa sentencia aristotélica: «*Anima quodammodo omnia*» («el alma es,

69 He abordado el estudio neurobiológico de la memoria en *Historia de la neurociencia*, 181-211.

70 Si consideramos verdaderamente fundamentales para la capacidad humana de concebir las tres ideas reguladoras de la razón pura (Dios, el mundo y el yo), la doctrina filosófica que afirma el mundo y niega el yo (el no mundo) y a Dios es el materialismo; la que afirma el yo y niega el mundo (y en cierto modo a Dios, interpretado como un «yo infinito») es el espiritualismo; la que hace depender todo de Dios (y, por tanto, podría llegar a negar la sustantividad del mundo y del yo si no se formulara adecuadamente) es el teísmo. Cada una de estas tres concepciones metafísicas subsume las dos categorías restantes en una más fundamental, ya sea el mundo, el yo o Dios. Cuando nos afanamos en integrar estas tres doctrinas filosóficas, por encontrar elementos de verdad en cada una de ellas, probablemente lleguemos a la siguiente conclusión: el yo sería el límite del mundo, y Dios el límite del yo. El yo se alzaría como resultado del desarrollo del mundo, y Dios como resultado del desarrollo del yo. Lo que hemos dicho a propósito de la mente como límite de la materia sería perfectamente aplicable, en el marco de esta visión evolutiva, a Dios como límite del yo, en un proceso de «intensificación» de las potencialidades de la materia.

de alguna manera, todas las cosas»). En términos actuales, esta frase podría traducirse como «la mente puede adaptarse a cualquier escenario del universo», pues al conocer su constitución y sus leyes asume, en cierto modo, la totalidad del cosmos, cuya variabilidad no hace sino reproducir unos patrones básicos elucidados por la conciencia humana.

La mente se crea continuamente en su interacción con el medio y con su propia interioridad; en su experiencia, su búsqueda y su aprendizaje. Por ello, en su anhelo de escrutar los mecanismos de la mente humana, es difícil que la ciencia agote la plena comprensión de nuestras posibilidades, de esa inextinguible capacidad de progreso que rubrica el auténtico misterio de nuestra especie, el sello de lo ignoto y quizás incognoscible.

IV. EL HORIZONTE DE LA INTEGRACIÓN: CONOCIMIENTO Y EXISTENCIA HUMANA

Hasta ahora hemos reflexionado sobre el conocimiento desde una perspectiva eminentemente teórica: cuáles son las condiciones de posibilidad del conocimiento (lo que nos ha obligado a analizar los procesos mentales básicos), cuál es el objeto del conocimiento (lo que nos ha llevado a examinar las características fundamentales de las distintas ciencias) y cómo, en último término, podemos concebir la mente, que es el sujeto del conocimiento. En este capítulo queremos adentrarnos en la esfera del sentido, para discutir cómo el desarrollo del pensamiento racional, que tantos frutos ha cosechado para la ampliación del conocimiento, puede también ayudarnos a sondear creativamente las posibilidades de mejora del mundo humano.

Con frecuencia nos sorprendemos por el profundo hiato que parece existir entre el desarrollo científico de la humanidad y su progreso moral. El número verdaderamente asombroso de nuestras conquistas cognitivas, que han permitido al ser humano resolver misterios inveterados gracias al uso de la razón, no siempre viene acompañado de un crecimiento ético que discurra en consonancia con tan importantes logros intelectuales.

Hemos conseguido responder a preguntas que habían despertado la fascinación de nuestros ancestros desde tiempos inmemoriales. Sin embargo, un acervo tan prodigioso de explicaciones científicas no nos ha impedido perpetrar las mayores atrocidades, o continuar enquistados en enfrentamientos y beligerancias cuya oscuridad contrasta clamorosamente con la luz del pensamiento racional.

Nuevas y dolorosas divisiones surgen. Los enfrentamientos ideológicos, religiosos y culturales impiden construir un mundo en paz, y emplear el extraordinario caudal de conocimientos científicos y humanísticos para unir a los seres humanos. La disparidad

entre los avances racionales y la fragilidad que tantas veces exhibe nuestra conciencia ética no puede dejar de asombrarnos. Razón y compasión no caminan de la mano. El enorme potencial analítico del pensamiento humano no siempre se traduce en una capacidad análoga para entender el sufrimiento ajeno y contribuir a mitigarlo.

Semejante escisión, en cualquier caso, no se refiere únicamente a la esfera moral. La separación no afecta exclusivamente a los dominios de la razón pura y de la razón práctica. Si analizamos el problema con mayor detenimiento, nos percataremos de que la evolución biológica, que tantas posibilidades ha conferido a nuestra especie en forma de habilidades físicas y cognitivas, no ha reconciliado, sin embargo, dimensiones tan trascendentales para nuestro bienestar y nuestro futuro como lo son el ámbito emocional y el reino de la razón. Emociones, razones, acciones... no resultan fácilmente armonizables. Como tantos otros mamíferos, el *Homo sapiens* cuenta con un sistema límbico asociado a la regulación de conductas emocionales, pero la expansión de las cortezas prefrontales ha proporcionado a nuestra especie unas habilidades cognitivas excepcionales, sin las cuales sería imposible comprender el desarrollo intelectual y social de la humanidad.

De manera simplificada, podríamos decir que la compasión y la lógica no han sido integradas plenamente en el seno del espíritu humano. Emociones positivas conviven con emociones negativas, generadoras de agresividad, violencia y egoísmo, difícilmente contrarrestables por el uso de la razón. Uno de los retos de nuestra época reside, precisamente, en auspiciar una mayor armonía entre las esferas fundamentales de la condición humana.

Para ello, el diálogo interdisciplinar se presenta como una de las mejores herramientas que posee la mente humana. Ciertos descubrimientos de las ciencias naturales han inaugurado valiosos puentes para franquear paulatinamente la muralla que escinde la naturaleza y la cultura. Poco a poco vislumbramos el horizonte de una visión unificada de la realidad, desde los estratos elementales de la materia hasta las cimas más sublimes del espíritu. Uno de los grandes desafíos de nuestra época apunta entonces a la necesidad de aplicar los conocimientos científicos y humanísticos para construir una sociedad más pacífica y armoniosa.

Urge, en definitiva, una reflexión audaz sobre cómo los conocimientos científicos, sociales y humanísticos pueden integrarse

para abordar los principales desafíos que encara nuestra especie en el siglo **xxi**. Porque siempre es inspirador preguntarse cómo puede el conocimiento ayudarnos a crear un mundo más justo y humano, regido por los más altos ideales de sabiduría y compasión. Y si hemos empleado exitosamente la razón para entender el universo, usémosla satisfactoriamente para entender las posibilidades de la humanidad y mejorar el mundo.

5. Especialización e integración

5.1. La unificación del conocimiento científico

Desde tiempos inmemoriales, la mente humana ha manifestado una intrigante aspiración a unificar lo distinto, a desentrañar la lógica del mundo. Este feliz prejuicio que nos exhorta incansablemente a integrar lo heterogéneo no solo parece constituir una característica definitoria del espíritu humano, sino que representa uno de los grandes desafíos explicativos de la neurociencia. ¿De dónde dimana este afán inextinguible por unificar, por discernir lazos, por construir puentes, por exhibir un sano inconformismo ante toda divisoria teóricamente invencible?

Sin la pujanza de este deseo resulta imposible entender los grandes progresos que hemos realizado en la ciencia y en el pensamiento. La adquisición de nuevos conocimientos representa, de hecho, uno de los grandes triunfos del género humano. Comporta la posibilidad de conquistar nuevas verdades en la comprensión de la naturaleza y de nuestro propio ser, lo que nos confiere un poder desmedido sobre el mundo y una capacidad sumamente enaltecedora: la de entender nuestra propia posición en el universo.

Hasta hace escasos siglos, solo unos pocos individuos pudieron consagrarse al cultivo del conocimiento. El avance de las distintas ciencias fue lento, y normalmente dependió de unas pocas figuras brillantes que lograron, por sí solas, inaugurar inusitados horizontes intelectuales cuya exploración proyectó la mente humana a territorios vírgenes del saber. Las hazañas de Copérnico, Galileo, Newton y Pasteur son bien conocidas. En ellas contemplamos manifestaciones excepcionales de creatividad individual, el empeño

denodado por buscar la verdad más allá de las tradiciones heredadas y de los prejuicios latentes.

En la actualidad, por fortuna, una fracción significativa de la población de los países más desarrollados se dedica a la empresa del conocimiento. Esta oportunidad ha permitido aumentar exponencialmente la cantidad de saber acumulado. Se estima, por ejemplo, que más de ochenta mil personas cuentan con un doctorado en matemáticas.⁷¹ Se trata de una cifra asombrosa. Excede con creces la cantidad total de matemáticos profesionales que trabajaron antes del siglo xx. Además, es posible identificar un número bastante restringido de «linajes matemáticos», vinculados por compartir relaciones de maestro-discípulo, tal y como ha puesto de relieve el monumental *Mathematics Genealogy Project* que gestiona la Universidad de Dakota del Norte y que hoy almacena información sobre más de doscientos mil investigadores. Así, y pese al extraordinario incremento de matemáticos profesionales, una mayoría se halla ligada intelectualmente a los grandes artífices de la matemática moderna, como Leibniz, Euler y Gauss.

Si a todo lo anterior añadimos la asombrosa facilidad con la que hoy es posible compartir los conocimientos y fomentar la cooperación entre individuos e instituciones, no es de extrañar que asistamos a una auténtica explosión de información, sobre todo en el terreno de las ciencias naturales. Lógicamente, mayor cantidad de conocimiento no se traduce siempre en un incremento de la calidad de la información disponible. Los descubrimientos verdaderamente revolucionarios, los auténticos cambios de paradigma, no son frecuentes en la historia de la ciencia. Sin embargo, la facilidad que hoy posee la mente humana para resolver problemas cuya envergadura había derrotado a los mayores genios (pensemos en la demostración del famoso teorema de Fermat, proeza obrada por Andrew Wiles) sugiere que contamos con un poder casi inagotable para trascender muchos de los límites cognoscitivos que habían sellado las fronteras de nuestra comprensión.

Un crecimiento tan importante del conocimiento está llamado a inspirar una reflexión profunda sobre el problema de la integración del saber. Enriquecer aún más nuestro admirable acervo cien-

71 Cf. Bourguignon, J.-P. «Mathematicians in France and in the world», *L'Explosion des Mathématiques*, 92-97, SMF 2002.

tífico no impide discernir nexos entre los diferentes conocimientos y fomentar un trabajo interdisciplinar. La magnitud de muchos de los desafíos intelectuales y sociales exige, precisamente, auspiciar una labor unificadora en la que participen especialistas de ámbitos heterogéneos e imbuidos de vocación sintética.

Es en este punto donde el potencial de la filosofía resplandece con mayor vigor. En efecto, junto al ímpetu analítico que suele definir la labor de las ciencias naturales, parece necesario articular estrategias sintetizadoras que permitan traspasar las fronteras —muchas veces demasiado rígidas y severas— trazadas entre parcelas del saber que en realidad se encuentran inextricablemente unidas, y cuya división obedece solo a motivos prácticos.

De nuevo, ¿qué puede, por tanto, aportar la filosofía a esta progresión incontenible de información, en lo cuantitativo y en lo cualitativo? Uno de los problemas más acuciantes del conocimiento estriba, como hemos visto, en la dificultad de vislumbrar los nexos conceptuales entre los diferentes campos, sobre todo cuando nos esforzamos en relacionar las ciencias naturales con las ciencias humanas. Sabemos mucho de muchas áreas, pero no siempre sabemos cómo integrar los hallazgos de las diferentes disciplinas. Esta fragmentación excesiva en ocasiones aboca a la incomunicación, a la imposibilidad de compartir descubrimientos y desarrollos teóricos que podrían beneficiar inconmensurablemente a determinadas ramas del saber.

Como hemos intentado mostrar, la filosofía puede contribuir al esclarecimiento de los grandes vínculos conceptuales que hilvanan el vasto universo del conocimiento humano. Mediante la identificación de las categorías fundamentales que vertebran las diferentes ciencias, la filosofía no solo puede dotar de solidez epistemológica a importantes desarrollos científicos, sino que —en un plano especialmente significativo para la comprensión que el hombre tiene de sí mismo— puede elucidar el tránsito hacia niveles de complejidad crecientes, tanto en la naturaleza inanimada como en el ámbito de la vida y del obrar humano.

Y, en efecto, cuando contemplamos el universo, nos percatamos de la presencia de entidades diversas, pero siempre conectadas por profundos lazos y características convergentes. En palabras de Keynes, «el alcance de la variedad en el universo está limitado de tal forma que no existe un objeto tan complejo que sus cuali-

dades caigan en un número infinito de grupos independientes»⁷². Se trata, ciertamente, de un postulado; apriorístico, sí, pero enormemente fecundo. Nadie conoce su límite, y cabe preguntarse qué ocurriría si la mente humana se viera forzada a admitir una frontera infranqueable entre una parcela de la realidad y otra. ¿Cómo la conocería? ¿No consiste el conocimiento, después de todo, en una extensión gradual de los resultados obtenidos en ámbitos más simples hasta cubrir terrenos más complejos? Por supuesto, en numerosas ocasiones se hace necesario incorporar nuevas categorías, inéditos principios explicativos, pero siempre sobre la base de una unidad última latente entre los diferentes campos.

El postulado de la unidad de la realidad nos conduce entonces al postulado de la unidad del conocimiento. Si no puedo concebir una provincia de lo real totalmente enajenada de esta sublime cadena causal, si no puedo escindir absolutamente la naturaleza, tampoco puedo fragmentar radicalmente el saber. En consecuencia, las divisiones responderán al mero pragmatismo. Dado que es imposible para una sola persona dominar todas las ramas del saber, es imprescindible establecer distinciones entre las ciencias y confiar en que la cooperación intelectual permita suplir las lagunas y derruir los muros.

A nuestro juicio, la complejidad del mundo no impide discernir principios fundamentales que vinculen las distintas ramas del saber. Como hemos tratado de argumentar en las páginas anteriores, la ciencia moderna ha conseguido articular tres grandes marcos teóricos en su tentativa por explicar el funcionamiento de la naturaleza: la física —en sus versiones cuántica y relativista—, la biología evolutiva y la neurociencia.

La física condensa la estructura y el funcionamiento del universo en una cantidad exigua de ecuaciones. Resulta fascinante pensar en la ingente información sintetizada en fórmulas como la ecuación de Schrödinger y la ecuación de campo de Einstein. Esta ciencia aún no ha logrado unificar todos sus conocimientos en una perspectiva enteramente unitaria, aunque los avances han sido firmes. A día de hoy, poseemos dos modelos básicos para comprender la materia: la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad general. Parten de concepciones distintas de la fuerza, pero no es

72 *A Treatise on Probability*, Macmillan, Londres 1921, 258.

utópico soñar con una integración futura de estos dos grandes paradigmas físicos. Lo cierto es que el siglo xx, con el desarrollo de la mecánica cuántica y de la teoría de la relatividad (especial y general), ha asistido a una extraordinaria expansión del poder unificador de la mente humana. Gracias a someter nociones tan aparentemente inofensivas como las de espacio, tiempo, simultaneidad y medida a un cuestionamiento tan profundo como fértil, ha protagonizado algunos de los adelantos científicos más relevantes de los últimos siglos. Desarrollos alumbrados en la esfera del razonamiento puro han propiciado espectaculares descubrimientos empíricos. Por ejemplo, hoy contamos con herramientas teóricas enormemente poderosas que han predicho la existencia de nuevas partículas subatómicas y de ondas gravitacionales.

En el campo de la biología, tres grandes marcos teóricos permiten integrar la mayor parte de nuestros conocimientos sobre la estructura y el funcionamiento de los seres vivos. Gracias a la teoría celular, la teoría de la evolución y la genética (hoy complementada con el avance de la epigenética), es posible perfilar una visión unificadora del origen y desarrollo de los organismos vivos. La teoría de la evolución brilla con una luz especial, porque nos permite comprender cómo lo complejo ha surgido desde lo simple; cómo estructuras cada vez más sofisticadas han eclosionado en un contexto de búsqueda de la mayor eficiencia adaptativa posible. Conectar lo complejo con lo simple constituye uno de los principales éxitos de la biología moderna. Desenredar el sutil hilo de Ariadna que remite a las formas vivientes más elementales, a los seres unicelulares que despuntaron sobre la faz de la Tierra hace unos 3,600 millones de años, ha propiciado que, en los últimos doscientos años, la cantidad y la calidad de nuestros conocimientos biológicos haya superado todo lo aprendido en los milenios anteriores.

La neurociencia se propone elaborar una teoría científica de la mente, donde lo complejo se sustente sobre lo simple. Este intento unificador está destinado a integrar los conocimientos que atesoramos sobre los distintos niveles estructurales y funcionales del sistema nervioso. Orientativamente, podría interpretarse como el sueño de ascender desde la molécula hasta el pensamiento, desde las sencillas bases neurofisiológicas del cerebro hasta la más elevada y subyugante de las cumbres coronadas por una especie biológica. Contemplamos, de hecho, cómo existe una cadena causal

bastante nítida entre los niveles molecular, celular y sináptico en que operan los componentes fundamentales del cerebro. Las neuronas, por su parte, se asocian en redes, y la conectividad de largo alcance de las células nerviosas permite distribuir eficientemente la información a lo largo y ancho de las distintas áreas cerebrales. La constante interacción con un ambiente que no cesa de cambiar y de suscitar nuevas adaptaciones en el cerebro —gracias a su enorme plasticidad— acrisola uno de los instrumentos más importantes que poseemos para adquirir nuevos conocimientos. El aprendizaje, la asimilación de nueva información, se traduce en la generación de nuevas sinapsis, donde la dotación genética del individuo (clave configurativa de su arquitectura neuronal) se nutre de las transformaciones epigenéticas inducidas por el ambiente.

La comprensión de la mente humana puede abrir la puerta a la unificación de las humanidades. La neurociencia se yergue así como el puente entre las ciencias naturales y las ciencias humanas, porque toda creación cultural es siempre un producto de la mente individual, modulada por las otras mentes y por las demandas ambientales. La célebre parcelación del saber y de la actividad intelectual en dos culturas, sobre la que alertó Charles Percy Snow en 1959,⁷³ no es irreversible. La neurociencia construye sólidos puentes para integrar los resultados de la física, la química y la biología con los conocimientos reunidos por las disciplinas sociales y humanísticas. La síntesis de genética y epigenética neuronal ha proporcionado, por ejemplo, una visión cada vez más profunda sobre cómo lo heredado y lo adquirido se funden en el procesamiento cerebral de la información.

La pirámide del conocimiento humano ya no se alza como una representación ilusoria, como un vano anhelo unificador de ámbitos intrínsecamente heterogéneos e irreconciliables. Sobre la base cuidadosamente cimentada por la física, la química y la neurociencia se superponen mastabas cognitivas que cubren una menor extensión de objetos, en una estructura escalonada que conduce desde las ciencias naturales hasta el estudio del mundo humano. La famosa arenga pronunciada por el matemático alemán Hilbert, «*Wir sollen wissen; wir werden wissen*» («Debe-

73 Cf. Snow, C.P. *The two cultures and the scientific revolution: The Rede Lecture*, 1959.

mos saber; sabremos»), se convierte así en una posibilidad cada vez menos utópica.

Por supuesto, este progreso no disipa por completo las sombras que aún se ciernen sobre el poder explicativo de la mente humana. Ignoramos qué papel desempeñan exactamente la lógica y las matemáticas en esta fastuosa pirámide de las ciencias: ¿hemos de ubicarlas en la base, por debajo de la física y de la química, o más bien debemos considerarlas creaciones de la mente humana, productos eximios de la subjetividad, de la imaginación? Sin lógica sería imposible articular un discurso científico; sin matemáticas sería inviable describir adecuadamente el funcionamiento de los objetos materiales, regidos por leyes que imprimen una precisión admirable en su comportamiento espaciotemporal. Lo más probable es que la lógica (y la matemática como una de las posibilidades deparadas por esa síntesis de lógica e imaginación impulsora de los grandes desarrollos aritméticos y geométricos desde las primeras civilizaciones) responda a la captación mental de los patrones predominantes en la naturaleza. Solo los seres dotados de un sistema nervioso lo suficientemente evolucionado podrían percatarse de principios como los de identidad y no contradicción, sostenes fundamentales del razonamiento lógico. Cómo el cerebro logra ordenar experiencias disímiles que comparten, sin embargo, ejes vertebradores comunes quizás subyazca a este proceso.

Resulta tentador percibir un principio unificador fundamental en la larga trama que abarca la física, la biología y la neurociencia. Si la física descubre principios universales de conservación (conservación de la energía, del momento lineal, del momento angular...), la biología discierne un principio de optimización en el concepto de selección natural (que puede valorarse como un algoritmo natural para maximizar la eficiencia reproductiva) y la neurociencia unas reglas de integración de la información que, en último término, probablemente puedan entenderse como nuevas manifestaciones de una búsqueda básica de eficiencia energética. Se trataría de una especie de «*minimax*» cósmico, donde la naturaleza intentaría encontrar estados estacionarios (máximos o mínimos) de su acción. Sin embargo, nos arriesgamos a sucumbir a generalizaciones metafísicas difícilmente falsables o sencillamente incorrectas, aunque es inevitable distinguir leyes potencialmente universales que conecten las grandes esferas de la actividad de

la materia, minuciosamente escrutadas por la razón. En cualquier caso, si la naturaleza conforma una unidad, es esperable hallar principios unificadores que no sean exclusivos de un dominio particular de la realidad, sino que gobiernen todos los ámbitos a los que accede el conocimiento humano.

La mente integra percepciones de modalidades distintas, filtradas por su aparato interno (por su «racionalidad»). Esta captación unitaria de la realidad, reminiscente del concepto kantiano de unidad de la apercepción en el *ich denke*, favorece la inserción de la naturaleza en un conjunto de patrones lógicos. Ciertamente, el grado de unidad que aprehende la mente humana es discutible. Numerosas parcelas de la realidad están vedadas a nuestros sentidos, pero gracias a una combinación de reflexión, ingenio y desarrollo tecnológico hemos conseguido sondear territorios inasequibles a nuestro precario sistema sensorial. Yace aquí uno de los progresos más extraordinarios de la evolución, tanto biológica como cultural, y es en el conocimiento humano objetivo, plasmado de manera preeminente en el método científico, donde apreciamos la pujanza de ese poder unificador.

Desde esta perspectiva, conocer consiste en integrar lo diferente sobre la base de unas relaciones compartidas (los presocráticos vislumbraron con clarividencia este fenómeno a través de su noción de *legein*). Como es bien sabido, el *Homo sapiens* exhibe un alto nivel de percepción de patrones y generalidades. Su combinación en formas potencialmente infinitas, su asociación forzada o azarosa, multiplica incalculablemente el poder de la imaginación. Gracias a este refinado mecanismo de asimilación de patrones extraídos de la realidad, ganamos independencia con respecto al estímulo concreto y elaboramos construcciones racionales cada vez más sofisticadas.

Unificar el conocimiento no implica eliminar cualquier trazo de contingencia, ni despojar a los distintos niveles organizativos de su complejidad inherente. Además, la propia ciencia ha descubierto límites fundamentales para el conocimiento humano, como los cristalizados en el principio de incertidumbre de Heisenberg y en los teoremas de incompletitud de Gödel. Quizás se eleven barreras que la mente jamás pueda rebasar, pero debemos mostrar cautela ante quienes se apresuran a señalar una frontera infranqueable tan pronto como emerge la mínima dificultad teórica. Regocijarse en

lo misterioso e inexplicable no contribuye al avance de la humanidad. Tan importante como reconocer los límites de la mente y del conocimiento es afanarse en trascenderlos.

5.2. Lo analítico, lo sintético y los grandes desafíos de la humanidad

La lógica de la eficiencia ha generado frutos sobresalientes para el progreso humano. Muchos de los grandes problemas que ha afrontado nuestra especie no habrían sido solventados sin el desarrollo de una adecuada estrategia analítica, destinada a identificar las partes constitutivas de un sistema para, mediante su oportuna división, simplificarlo y despejar paulatinamente las incógnitas que nos interpelan.

En el terreno práctico, la eficiencia se traduce en técnica, en la capacidad que ostenta la mente humana para descomponer el todo en sus elementos básicos y diseñar mecanismos viables que satisfagan una serie de demandas sociales. La eficiencia, como expresión privilegiada de la economía del pensamiento y de la acción, se reviste entonces de universalidad, dado que trasciende los juicios valorativos y se contenta con proponer los itinerarios más sencillos para alcanzar unos fines definidos de la manera más nítida posible. No es de extrañar que todas las culturas, por heterogéneas que se nos antojen, por dispares que se revelen en sus concepciones del cosmos y del existir, hayan adoptado gradualmente ciertas manifestaciones técnicas inventadas por otros grupos humanos.

Sin embargo, los retos de nuestro mundo son lo suficientemente complejos como para exigir una armonización de dos métodos: el analítico y el sintético. No podemos limitarnos a fragmentar la realidad, a descomponer el problema, a ganar en cotas de eficiencia, si en verdad buscamos dar respuesta a los más profundos desafíos que hoy encara el hombre.

La técnica se afana en excluir los juicios valorativos para no ceder ante subjetividades y arbitrariedades. Se conforma con investigar los procedimientos óptimos para cumplir un objetivo, el medio que conduce de modo más directo, eficiente y simplificado a un fin. Constituye así un ejemplo preclaro de racionalidad, porque minimiza los presupuestos de partida y únicamente ambiciona producir más con la menor inversión de energía. Con todo,

¿necesariamente converge el concepto de racionalidad con el de eficiencia analítica? ¿Es el gobierno de la técnica la única forma de maximizar el rendimiento de las sociedades, su función de utilidad, comprendida desde los estrechos cánones de una mentalidad puramente analítica? ¿Es posible explorar otras formas de racionalidad que, además de favorecer el análisis, la división y la eficiencia, se hallen orientadas a la síntesis, a la unificación, a la recomposición que no disgrega el todo en sus partes, sino que contempla la totalidad en sí misma y se compromete también con algunos juicios valorativos probablemente insoslayables?

Entre estos desafíos globales que, a nuestro juicio, exhortan a complementar sabiamente estrategias analíticas y sintéticas, algunos gozan de una importancia singular.

Por ejemplo, urge elaborar una nueva teoría económica. Puede resultar utópico o cuando menos pretencioso, pero la experiencia demuestra que la economía, en su afán por asumir una metodología equiparable a la de las ciencias naturales, muchas veces se ha refugiado en presupuestos poco realistas, incapaces de explicar la riqueza del comportamiento humano. El esmero en distinguir lo descriptivo de lo normativo, mediante la confección de sofisticados modelos matemáticos (émulos de las teorías físicas y químicas), ha desembocado con frecuencia en un olvido injustificable de problemas éticos y sociales. Si bien es cierto que, en tiempos recientes, muchos economistas han abordado graves desafíos sociales, como el hambre, la pobreza, la creciente desigualdad, las inocultables asimetrías de poder entre los individuos (generadoras de tantos males y conflictos), la degradación medioambiental, el consumo energético o el cambio climático, los modelos económicos más extendidos y «ortodoxos» muchas veces parten de asunciones básicas demasiado simplificadoras. Por lo general, ignoran las más hondas aspiraciones humanas y se atrincheran en la asepsia valorativa para evitar pronunciarse sobre acuciantes retos sociales. La filosofía puede dar voz a esas aspiraciones, una voz sistemática y articulada que contribuya al intercambio entre distintas disciplinas del saber y de la acción.

Cabe esperar, por fortuna, que la neurociencia nos proporcione un conocimiento cada vez más profundo de la acción humana y de la irracionalidad que, junto a la racionalidad, caracteriza la actividad económica del ser humano. Una hipotética explicación neurobiológica de la mente no conllevaría agotar todos los detalles específicos

de la conciencia. Cada individuo es moldeado por su dotación genética y por el ambiente, pero se crea continuamente a sí mismo en esta interacción con lo externo y lo interno. En el plano colectivo, es imposible erradicar las insoslayables contingencias que tejen la trama histórica de nuestra especie. Sin embargo, podemos esforzarnos en entender las constantes humanas que permean tiempos y espacios, los ejes fundamentales de la acción, así como los niveles de conocimiento alcanzados por las distintas civilizaciones.

Construir una teoría económica más integradora y realista exige la cooperación de científicos, economistas, historiadores, filósofos, sociólogos, politólogos... Cuanto más complejo es el objeto de estudio, más patente se hace la necesidad de incorporar una perspectiva no solo interdisciplinar, no solo basada en la yuxtaposición de marcos y modelos de pensamiento, sino intrínsecamente sintética, esto es, comprometida desde el principio con la identificación de los ejes comunes de la acción humana para edificar una teoría que gane en extensión e intensidad conceptuales.

Este anhelo integrador podría, ciertamente, expandirse. Las ciencias sociales han acumulado importantes conocimientos en las últimas décadas, pero muchas veces se encuentran diseminados, y es difícil extraer conclusiones no solo universales, sino útiles para la acción, cuando carecemos de un marco teórico más sintético. Estamos acostumbrados a analizar, por un lado, la economía, por otro, la sociología, por otro, la política, por otro, los desarrollos históricos, por otro, la ética...; pero todo remite a la acción humana, al cerebro humano, a la interacción de mentes en un contexto social concreto. Por osado que parezca sugerirlo, necesitamos un nuevo Marx, una nueva mente integradora que unifique las ciencias sociales. Marx nos proporcionó principios fundamentales para el análisis social de los que es prácticamente imposible desprenderse. Pero al igual que después de Newton llegaron Maxwell, Planck y Einstein, o tras Darwin, vino Mendel, no podemos conformarnos con el nivel de análisis desvelado por el gran pensador de Tréveris; menos aún por algunos de sus presupuestos más distorsionadores, como el determinismo.

La investigación teórica ha de estar siempre dispuesta a avanzar, y debe incorporar continuamente nuevos conceptos para alcanzar una comprensión más profunda del obrar humano. Sin embargo, esta constatación no impide albergar la esperanza de

que surjan nuevas tentativas integradoras, nuevas síntesis de los conocimientos sociales y humanísticos que también se atrevan a orientar, con humildad y conciencia de sus límites, la acción individual y colectiva de la humanidad. Pues ¿qué hacer ante tanto dolor, tanto sufrimiento y tanta injusticia? Si de una filosofía o una ciencia no podemos obtener indicaciones sobre cómo aliviar el sufrimiento humano, exiguo será su valor.

Otro de los grandes retos a los que se enfrenta nuestra social globalizada estriba en la búsqueda de una ética universal. Un mundo cada vez más interconectado no ha sido capaz de armonizar convenientemente la unidad y la diversidad. Asistimos a una preocupante división entre grupos humanos, entre religiones, entre naciones... La Declaración Universal de los Derechos Humanos condensa uno de los frutos más nobles y hermosos de la epopeya ética de la humanidad, una cúspide en la autoconciencia de nuestra especie, pero a sus constantes violaciones hemos de sumar la propensión a la fragmentación, al individualismo y al tribalismo que presenciamos en determinados escenarios políticos y sociales. Afanarse en construir una ética universal no significa anular las legítimas diferencias, las sanas aspiraciones individuales y grupales —que no tienen por qué coincidir con los deseos de otras comunidades—, sino identificar un mínimo común denominador, un marco apto para integrar sensibilidades distintas desde la óptica de los derechos y deberes compartidos.

De nuevo, la neurociencia ofrece una de las claves más relevantes para formular una ética universal. El estudio del cerebro pone de relieve cómo, más allá de las diferencias producidas por las dotaciones genéticas particulares y por los ambientes sociales específicos en que se desenvuelve el sujeto, existen patrones comunes, un universal neurobiológico que nos permite hablar de la humanidad por encima de los individuos.⁷⁴ Sin embargo, ardores egoístas y voluntades no vedadas de subrayar las diferencias antes que las convergencias nos abocan a un mundo fragmentado, a un mosaico no terminado, a una miscelánea de retratos de lo humano que, en ocasiones, colisionan frontalmente y desencadenan nuevos conflictos.

La patria común es la humanidad, y la búsqueda de una ética cosmopolita, que no sacrifique la unidad en aras de la exacerba-

74 Cf. Changeux, J.-P. *L'homme de vérité*, Odile Jacob, París 2002, 59.

ción de lo distinto, lejos de evocar una utópica y desacreditada aspiración, simboliza una posibilidad real. Trabajar por un mundo más justo, unido y fraterno es un sueño viable y necesario, pero para lograrlo es imprescindible fomentar tanto la cooperación entre diversas disciplinas interesadas en la acción humana como un enfoque valerosamente interdisciplinar. En él, muchos conocimientos hoy dispersos se integrarán para comprender de forma más cabal la acción humana, la mente humana, los deseos humanos...: la condición humana y, más aún, las oportunidades deparadas a nuestra especie para perfeccionarse incesantemente y conquistar nuevas cimas éticas y sapienciales.

En este elenco no exhaustivo de desafíos globales no podemos excluir la lucha contra el fanatismo.

Paradójicamente, en un mundo bendecido con un grado incomparable de libertad intelectual y de efervescencia creadora observamos una inquietante proliferación de fanatismos religiosos e ideológicos. Los fanatismos se arrojan la posesión única de la verdad. En lugar de invitar al hombre a buscar, a progresar, a investigar y contrastar críticamente sus ideas, se blindan en posiciones irreformables y cortan de raíz cualquier posibilidad de mejora y crecimiento intelectual. Quien osa alzar la voz contra sus equívocos conceptuales es tachado de hereje y de irreconciliable enemigo. Todo se contempla desde la pequeña y asfixiante óptica de unos presupuestos iniciales que, enroscados en categorías inalterables e incuestionables, se sacralizan con un halo profético, mistificados por sus seguidores como expresiones de la verdad en su más pura y límpida esencia.

Los fanatismos religiosos e ideológicos solo pueden combatir a través de la razón. Solo la razón humana exhibe un mecanismo de criba, autocorrección y progreso lo suficientemente poderoso como para poner de relieve las falacias y errores en que incurren los sistemas totalizadores del pensamiento, tanto en lo ideológico como en lo religioso. Los valiosos ideales sembrados por la Ilustración no se han marchitado. El ímpetu racional de la ciencia y del pensamiento no puede extinguirse, y aunque en ocasiones parezca que los fanatismos triunfan y consiguen ofuscar a incontables individuos, oscureciendo el pensamiento humano, sus victorias son siempre efímeras. Quien asegura detentar hegemoníamente una verdad concreta, pero se muestra incapaz de ofrecer

pruebas que validen sus pretensiones, se enfrenta, tarde o temprano, al descrédito y la incredulidad.

La filosofía, como síntesis por antonomasia de saberes, como una de las expresiones más elevadas de la elasticidad del pensamiento humano y de su poder para reflexionar desde distintos sistemas conceptuales, puede y debe liderar esta alianza de la razón en sus diversas manifestaciones contra la abdicación de la razón. Pero, de nuevo, lo analítico no basta. Detenerse en los detalles es importante, mas urge desarrollar una perspectiva global y unificadora, que se afane en comprender la génesis de los fanatismos y la posibilidad de superarlos. Esta honrosa tarea ha de ayudarnos a comprender en profundidad las motivaciones humanas, las fuentes de atávicos temores, frustraciones y odios, para así tomar conciencia de los límites y contradicciones que afectan a todos nuestros sistemas de pensamiento.

El fanatismo dimana de la incapacidad de reconocer los propios presupuestos y sus imperfecciones. Solo si nos convencemos de que no existe un sistema conceptual perfecto, nos embarcaremos en una búsqueda perenne del saber, meta a la que tiende in-fatigablemente el pensamiento humano. La apertura de la mente, la exposición a nuevas experiencias y aprendizajes, la advertencia lúcida de que nuestros conceptos siempre flaquearán ante la complejidad del mundo y la exuberancia de la creatividad humana..., han de infundirnos un espíritu tolerante que, sin claudicar ante la búsqueda de una verdad concebida como el límite asintótico entre nuestras elaboraciones conceptuales y los objetos que tratan de explicar, se comprometa con un cuestionamiento continuo y una investigación incesante.

6. Conocimiento, riqueza y futuro

6.1. Trabajo, automatización y liberación humana

En un mundo como el nuestro, desgarrado por tantas injusticias sociales, disertar sobre la futilidad de muchas de las aspiraciones materiales que alberga el ciudadano medio de los países ricos puede parecer un acto de irresponsabilidad, que en realidad sirve para apuntalar el orden establecido.

Sin embargo, no es mi propósito negar el mérito de cuantos luchan por conseguir un reparto más equitativo de la riqueza. Yo mismo enarbolaría esa bandera y, sin titubear, me sumaría a quienes insisten en la necesidad de buscar métodos eficientes para distribuir con mayor justicia los bienes materiales. Me refiero a una cuestión más profunda: la ilusión que provoca la riqueza material. Parto, ciertamente, del supuesto de que en todo análisis social se entrelazan al menos dos planos básicos de reflexión: uno más coyuntural, destinado a entender lo que ocurre aquí y ahora, y otro más fundamental pero, a la larga, dotado de mayor trascendencia para la comprensión de la condición humana, dado que no se limita a abordar un contexto histórico concreto, pues se afana en esclarecer las constantes que nos acompañan a través de espacios y tiempos.

Además, sería ingenuo pensar que el dinero no contribuye a incrementar la felicidad. No pretendo erigirme en portavoz de los ricos y poderosos de este mundo, de quienes disponen de recursos suficientes para dar cumplimiento a la práctica totalidad de sus deseos, de quienes vagan como nuevos Faustos y recorren la Tierra cuando y como quieren, de quienes asisten a los eventos más exclusivos, de quienes mueven voluntades a su antojo y parecen vivir imbuidos de una atmósfera de felicidad perenne. De hecho, debo confesar que no les envidio, menos aún a quienes atesoran patrimonios descomunales. No querría sentirme angustiado por la presión de controlar tantas posesiones, ni por el tiempo consumido en gestionarlas y en ocuparse, aun mínimamente, de su correcto mantenimiento, ni por el espectro, siempre acechante, de que el patrimonio se disuelva a causa de la desidia y del uso ineficiente. Ni siquiera el rico ha logrado ser plenamente dueño de sí mismo. Muchas veces se ve obligado a cumplir con un agobiante papel social, y es escudriñado sin piedad por quienes recelan de su riqueza. El poder (esto es, la capacidad de acción sobre uno mismo y sobre otros) entraña un apego excesivo para quien busca algo más profundo. Cuanto más se tiene, mayor es el temor a desprenderse de ello.

Hay quien pensará que semejantes reflexiones brotan de la necesidad de buscar excusas consoladoras ante la evidencia inapelable de que unos seres humanos poseen mucho más que otros. Pero si analizamos la dimensión humana de esta situación social, advertiremos que cuando la felicidad ha de consistir en una acumulación me-

ramente cuantitativa, el fantasma de lo infinito se cierne con fuerza inusitada y humilla sin clemencia a los más ricos y poderosos.

Nuestra era es rehén de su propio éxito. El desarrollo de la tecnología y el triunfo del sistema económico capitalista han inundado el mundo occidental con posibilidades materiales que habrían desbordado los sueños más optimistas de nuestros ancestros. La inteligencia humana ha conquistado parcelas que creíamos vedadas y, en virtud de las aplicaciones prácticas del conocimiento, hemos aprendido a hacer más con menor esfuerzo. Las tecnologías de la comunicación nos han permitido disponer de información instantánea sobre casi todo (lo que, en consecuencia, no solo no nos hace más felices, sino que suele hundirnos aún más en nuestra desazón), y jamás habíamos gozado de tantas oportunidades de realización individual. El acceso al arte (el libre juego de la expresión humana), al aprendizaje, al entretenimiento... y, más aún, la posibilidad de compartir lo que experimentamos con un número cada vez mayor de personas constituyen algunas de las características más definitorias del mundo que hemos labrado con tanta fatiga, pero de cuyos frutos pueden hoy disfrutar incontables seres humanos.

Por desgracia, amplias regiones del globo permanecen ajenas a los hitos más formidables del progreso científico y social. Cuesta creerlo, pero Europa occidental continúa siendo una isla de prosperidad y bienestar en medio de un mundo tantas veces prisionero de clamorosas irracionalidades. Basta con abandonar nuestro continente para percatarse de que la mayor parte de la humanidad sigue encadenada a la miseria, a la desdicha, a la violencia, a la inseguridad, al miedo... ¿En qué otras regiones del globo existen sistemas de educación y sanidad públicas tan sólidos? ¿Dónde se invierte tanto en gasto social, en protección de los más vulnerables, en subsidios a los desempleados, en corrección de las injusticias heredadas por la lotería genética y la insensibilidad social? Por supuesto, otros continentes han protagonizado avances notables y han cosechado éxitos rotundos en importantes indicadores sociales, pero la cultura del bienestar que impera en Europa, el concepto de calidad de vida, la convicción de que el ser humano no vive solo para trabajar, sino que trabaja para adquirir mayores espacios de libertad y desarrollo individual, representa en muchos casos un artículo de fe profesado por los devotos europeos, mas ajeno al espíritu y a la cotidianeidad de muchos otros pueblos.

Me dirijo, por tanto, a los europeos occidentales, aunque un sentimiento universalista me impida pensar que muchos de los logros que tanto nos enorgullecen a quienes provenimos de la vieja Europa no interpelen, en realidad, a todo ser humano que piense y actúe racionalmente. Sin embargo, admito que son precisamente los europeos quienes más cerca se hallan de ese límite tan inasible como acuciante: el ideal. Pues, en efecto, la Europa actual es hija de una noble utopía. Como hemos sido educados en ella, se nos antoja evidente, irrefutable y —lógicamente— factible. Aludo a la posibilidad de conciliar dos valores frecuentemente antagónicos: la libertad y la igualdad. Estamos acostumbrados a pensar que la libertad solo puede realizarse en un marco igualitario, porque solo somos libres si podemos ejercer materialmente nuestra libertad, más allá de meros reconocimientos formales. Y, al mismo tiempo, somos partícipes de la convicción de que un igualitarismo exacerbado conduciría a la parálisis y a la aniquilación de las fuerzas creativas del individuo. Por ello, hemos diseñado un sistema, el Estado social de mercado, que se alza con el hipotético trofeo de haber confraternizado dos fuerzas antes enemistadas de manera irremisible.

Todo lo que ha conseguido la humanidad es fruto de su herencia y de su trabajo. La evolución nos ha brindado unas facultades físicas y psíquicas particulares, cuyo mérito no reside, claro está, en nuestro esfuerzo, sino en la feliz combinación de variaciones genéticas sostenidas y selección natural que ha configurado progresivamente nuestra naturaleza humana. Pero a lo heredado hemos de sumar lo construido, que procede del trabajo humano y de la transmisión de sus productos de una generación a otra.

Mediante el trabajo, el ser humano recombina los elementos de la naturaleza para que satisfagan sus necesidades y aspiraciones. Se trata, por tanto, de un cambio fundamentalmente cualitativo, porque la materia es la misma, es la propia naturaleza tal y como se presenta ante nosotros. Lo que el hombre añade a la naturaleza a través del trabajo no es otra cosa que una valoración, esto es, una interpretación de cómo debe ser la organización material del mundo para cumplir los deseos de un cierto individuo o grupo social. El ser humano añade forma más que materia: da un sentido a la materia que comparece ante él, y de la que él proviene; transforma los materiales que le proporciona la naturaleza para extraer un valor que solo él es capaz de juzgar. Por ello, no es de extrañar

que nuestra época se haya concienciado más que ninguna otra del problema planteado por la finitud de los recursos naturales. Nunca antes había demostrado el ser humano un poder tan inmenso para organizar la materia y, por tanto, nunca antes había advertido, con tan dolorosa certidumbre, los límites de determinadas materias primas ante el número potencialmente infinito de sus deseos.

Desde esta perspectiva, la cuestión neurálgica remite a la esencia del valor. Probablemente nos encontremos ante el interrogante más complejo de las ciencias sociales. Lo que para un humano es valioso no suele serlo para los miembros de otras especies animales. Y, dentro de la especie humana, lo que para algunos individuos ha de ser tenido en la más alta estima no goza de interés para otros. ¿Cómo y por qué valoran los seres humanos de un modo concreto? Solo una comprensión más profunda de cómo funciona la mente coadyuvará a despejar esta incógnita. Sin embargo, y para nuestro propósito, basta con percatarse de que, en virtud del trabajo, el hombre incorpora valor a la materia; subjetiviza la naturaleza y se apropia de ella gracias a su fuerza y a su inteligencia.

La globalización ha multiplicado de manera espectacular la riqueza de nuestro mundo y las posibilidades de creación económica, pero, como tantas otras veces en la historia de la humanidad, ha beneficiado a unos mucho más que a otros. Nuestro sistema ignora cómo recompensar el trabajo no solo en función del valor producido y cuantificado por la ley ciega de la oferta y la demanda. Unos pocos afortunados —por hallarse en el lugar adecuado y en el momento oportuno— se ven premiados hasta la saciedad. Ni en sus mejores sueños habrían podido imaginar que, con un esfuerzo muchas veces admirable aunque casi nunca heroico, llegarían a acumular tanta riqueza. Quizás hayan arriesgado trabajo, capital y energía, pero en un número significativo de casos simplemente han sido capaces de utilizar con astucia sus redes de contactos y los privilegios que los escoltan desde la cuna. Otros, en cambio, han de contentarse con las sobras. No importa que trabajen mucho y duramente: como el tipo de actividad que realizan es altamente ofertado, la ley fundamental de nuestra economía dicta que su esfuerzo debe ser remunerado de forma bastante modesta.

Además, nuestro sistema no premia la honestidad, sino el éxito, y con frecuencia recompensa no a quienes sobresalen por su sabiduría y su bondad, sino a los que manifiestan un comportamiento

más egoísta. Quizás sí lo haga a largo plazo, porque el propio sistema adquiera conciencia de que, en aras de su preservación, es necesario que en el cómputo global no triunfe la deshonestidad, dado que generaría una espiral de desconfianza y socavaría los pilares mismos del orden social y económico imperante. Pero a corto plazo, pocos individuos encuentran los incentivos suficientes para actuar siempre de manera honesta y constructiva. Los menos escrupulosos se benefician de la honestidad ajena, y los más tímidos callan por miedo o pudor ante los desmanes de los deshonestos. Solo con el tiempo puede llegar a descubrirse la falta de ética inherente a determinadas conductas que, en un principio, fueron premiadas. Sin embargo, en este proceso de impertérrita destrucción creativa, unos ganan mucho más que otros y, lo que es peor, unos se aprovechan de otros de la forma más reprochable.

Por otra parte, el concepto de incentivo presenta no pocos inconvenientes, que muchas veces desembocan en explicaciones antitéticas de un mismo fenómeno.⁷⁵ Su centralidad en los actuales modelos económicos es indiscutible, pero cabe preguntarse no solo por los incentivos individuales para generar riqueza, para

75 Imaginemos, por ejemplo, que mi modelo teórico predice que los altos impuestos conllevan una reducción de la actividad económica y, consecuentemente, una disminución recaudatoria. Supongamos además que mi modelo es capaz de cuantificar el significado del término «alto». Sin embargo, otro modelo podría argumentar desde principios opuestos: altos impuestos incentivarán a los individuos a esforzarse más, porque si aceptamos que el ser humano, en condiciones normales, siempre desea acumular para incrementar su función de utilidad (definida en términos económicos rigurosos), como en los tramos altos se enfrentará a una mayor fiscalidad, hará todo lo posible para ganar más (siempre y cuando, lógicamente, la tasa no sea del 100%), pues siempre le compensará, por exiguo que parezca en términos porcentuales (mas no en términos absolutos). ¿Cómo decidir cuál es la explicación correcta? ¿Amparados en series históricas, en predicciones extremadamente sensibles a las circunstancias, al contexto, a la cultura de un país...? Como ningún modelo invocará capacidad predictiva completa, sino meramente aproximada, siempre podrá refugiarse en fluctuaciones externas a sus postulados y desarrollos teóricos, por lo que resultará prácticamente imposible validarlo. Quizás pueda aducir determinadas observaciones empíricas, pero la observación no tiene la última palabra en la validación de una teoría: hay que someterla a condiciones experimentales elásticas, que pongan a prueba el mayor número de enunciados posible.

optar por uno u otro trabajo o para efectuar una determinada transacción económica, sino por las bases que permiten al individuo responder ante incentivos específicos. ¿Qué incentivo tienen, por ejemplo, los más desfavorecidos? ¿Cuál es «el incentivo a su incentivo»? Por lo general, el análisis económico en términos de incentivos parte del supuesto de que el individuo goza de un elenco de posibilidades —por reducido que se nos antoje—. Sin embargo, esta hipótesis suele obviar que, en algunos casos, el número de posibilidades es prácticamente inexistente, por lo que el individuo, más que reaccionar ante incentivos, lo único que puede hacer es conformarse con las exiguas opciones que se le deparan. El incentivo, en todo caso, sería el miedo, o la más elemental búsqueda de subsistencia. El incentivo solo adquiere valor explicativo real cuando quien se deja influir por él puede decidir libremente y disfrutar de opciones diversas. Una persona sin recursos, excluida del sistema económico y condenada a la marginalidad, ¿qué incentivo tiene, más allá de los incentivos biológicos básicos, de cuyo espectro resulta casi imposible exonerarse?

Existen, por supuesto, el derecho y la justicia, y en el grado de desarrollo, sofisticación y eficiencia de un determinado sistema jurídico contemplamos el nivel de progreso que ha alcanzado un grupo humano. Pero, de nuevo, la justicia es imperiosamente lenta y afortunadamente garantista; además, en innumerables ocasiones, quien dispone de mayores recursos consigue burlarla.

Huelga decir que muchas de las más sonoras injusticias que padece nuestro mundo se solventarían con un mínimo esfuerzo redistributivo. Que en el país más poderoso decenas de millones de personas se sientan angustiadas por el elevado precio de sus seguros médicos, o por acarrear la piedra de Sísifo de onerosos préstamos universitarios, es solo un ejemplo de ineficiencia, de irracionalidad organizativa. Otros lo camuflarán bajo el deslustrado concepto de «libertad», como si alguien pudiera ser verdaderamente libre cuando la diosa fortuna ha decretado que nazca en ambientes desfavorecidos, y la perpetuación de semejantes situaciones ha generado una espiral perversa, un círculo vicioso del que resulta casi imposible sustraerse.

Todo sistema es perfectible, pero el nuestro es sumamente perfectible, aunque hayamos realizado progresos extraordinarios. El derroche y la ostentación conviven con la miseria y la carencia. En

este mundo a menudo injusto, irracional e inhumano, es imposible detectar una contradicción tan clamorosa y no aspirar a solventarla. Contra la desigualdad excesiva (cuya cuantificación constituye uno de los problemas más importantes de las ciencias sociales) en el seno de una sociedad podemos aducir, primero, razones puramente «emocionales», fundadas en el vínculo que todo individuo puede sentir con el resto de la humanidad, en el sentimiento de universalidad que nos solidariza con los demás miembros de nuestra especie. Pero si estos motivos no resultaran convincentes, si no lograran enardecer el espíritu humanista en determinados individuos, también sería posible identificar razones más objetivas, más estructurales e inapelables, basadas no en discutibles alusiones a la justicia y a la compasión, sino en el interés. Pues la pobreza genera innumerables riesgos; aviva la lucha de clases e intensifica el deseo de compartir la riqueza que unos pocos acaparan. Provoca vulnerabilidad ante los desafueros y la explotación. Es, por ello, fuente de rebeldía e inestabilidad, que socava los cimientos de la armonía social.

Si trazáramos el origen de muchas desigualdades, comprobaríamos que en último término no son fruto del trabajo y de la voluntad, sino de injusticias acumuladas, que muchas veces hunden sus raíces en la apropiación de la tierra y del trabajo ajeno. Qué pertenece al individuo y qué a la sociedad es, en suma, un problema prácticamente insoluble. Condicionados por fuerzas colectivas, como el lugar donde hemos nacido, y por logros y beneficios que nos preceden, como los progresos previos que nosotros no hemos protagonizado, cuesta determinar los méritos de cada individuo. Por tanto, lo más armonioso y compensatorio frente a las arbitrariedades del destino es el desarrollo de un cierto equilibrio entre las posibilidades individuales y las necesidades colectivas, y entre las necesidades individuales y las posibilidades colectivas. Su síntesis proporciona el reflejo más aproximado a la realidad, suspendida siempre entre la posibilidad y la necesidad.

Las relaciones sociales rara vez son enteramente voluntarias. El grado de voluntariedad dependerá del poder que ostente el individuo: a más poder, mayor capacidad de ejercer su voluntad; a más poder, crece la voluntad de unos y disminuye la de otros. Por ello, sería iluso pensar que muchas de estas relaciones, en virtud de su

carácter antagonico, no conducen a conflictos sociales. Existen los juegos de suma cero, dada la escasez de determinados recursos y la cantidad «fija» de poder que es preciso distribuir en el seno de una sociedad. Por supuesto, gracias al progreso tecnológico es posible incrementar esa cantidad e incluso propiciar juegos que no impliquen un balance de suma cero en la matriz de pagos, pero en muchos casos es inevitable que persistan las relaciones de subordinación y dependencia, con la consecuente inestabilidad que este proceso genera.

La constatación de que existen relaciones estructurales insoslayables es uno de los grandes méritos del materialismo histórico, como lo es el descubrimiento de que estas leyes de hierro no obedecen a normas naturales, impuestas por las leyes inexorables del universo, sino a pautas sociales que, dado su carácter contingente, son modificables según el arbitrio del hombre. El falso irenismo en que incurren quienes niegan la conflictividad social, ansiosos de propugnar una armonización rápida de los distintos intereses humanos para diluir toda pulsión dialéctica, nos dibuja una arcadia voluntaria y subjetiva de individuos autosuficientes, capaces en todo momento de autodeterminarse y de avanzar autónomamente. Por supuesto, esos casos existen, pero salvo en las sociedades más desarrolladas, donde el conocimiento proporciona a una mayoría de la población importantes recursos para autodefinirse material y mentalmente, en otros grupos humanos pertenecen al ámbito de lo anecdótico, a la excepción y no a la norma.

Por tanto, es preciso preguntarse no solo por la libertad individual, sino por las condiciones sociales que propician el máximo desarrollo de las libertades individuales con el mínimo grado de colisión mutua.

La presencia de antagonismos y de asimetrías de poder quizás sea una ley de hierro en la organización de las sociedades humanas, sobre todo cuando han superado el estadio de la mera subsistencia, pero como ignoramos la auténtica elasticidad de esta norma, el límite al que puede llevarse esa férrea e inquebrantable rigidez, es razonable afanarse en minimizar las diferencias de poder según el criterio de la utilidad social, para lograr un equilibrio creativo entre la justicia y la eficiencia. Probablemente sea imposible —e indeseable— erradicar cualquier diferencia de poder, pero desconocemos cuál es el límite de tolerancia del

sistema cuando se reducen drásticamente esas asimetrías. De hecho, es perfectamente plausible que, en la búsqueda de ese punto óptimo entre lo individual y lo colectivo, florezcan las verdaderas energías creadoras de la humanidad.

6.2. El poder y los límites de la razón

Es evidente que si la razón se impusiera al egoísmo y a los intereses de exiguas minorías, el mundo —incluido nuestro mundo occidental, de cuyas conquistas sociales tanto nos vanagloriamos— mejoraría incontestablemente. No invoco, en cualquier caso, la recuperación de una idea bella pero impracticable como fue la del comunismo, y no solo por la ineficiencia que conlleva el sistema de planificación central de la economía, sino por la injusticia flagrante que supone subordinar de modo desmesurado la libertad individual a la libertad colectiva.

El socialismo, cuya culminación teórica reside en el comunismo, puede definirse como un sistema de vida en común caracterizado por la máxima distribución de las capacidades adquiridas en el seno de una sociedad. Constituye así un humanismo, por cuanto decide no plegarse ante las hipotéticas fatalidades impuestas por la naturaleza o la historia, sino que confiere primacía a la posibilidad de construir un mundo que satisfaga los ideales de una razón apta para superar oposiciones y adentrarse en la esfera de lo universal. Sin embargo, si para minimizar o incluso extinguir los antagonismos entre intereses individuales lo que propongo es erradicarlos, forzar la desaparición de las parcialidades y abocarlo todo al predominio de lo universal, en realidad no habré ofrecido solución alguna al problema que pretendía resolver.

Además, ese socialismo solo podría construirse si la tecnología hubiera emancipado definitivamente al hombre del trabajo material. Desgraciadamente, y hasta que despunte semejante socialismo tecnológico, algunos seres humanos se verán obligados a desempeñar labores más arduas, mientras observan cómo otros —muchas veces por el infalible argumento de la suerte— realizan trabajos más placenteros y socialmente reconocidos. Solo si la máquina sustituyera por completo la fuerza física humana sería posible el socialismo en su sentido más profundo, que no puede consistir únicamente en la distribución de la riqueza colectiva y

en el cese de la explotación del hombre por el hombre, sino en la elevación de la especie humana por encima de las constricciones materiales que dividen y subordinan a las personas.

Lo más cercano a la utopía socialista no ha sido la Unión Soviética, sino la Europa del Estado del bienestar. La Unión Soviética no logró armonizar adecuadamente libertad e igualdad. Privilegió desafortadamente uno de los términos del binomio. Europa, por el contrario, se ha afanado en construir un socialismo en libertad o un capitalismo en igualdad. Más allá de las críticas pertinentes, es justo e inspirador alabar las conquistas sociales de una Europa que, sin renunciar a la creatividad individual y al derecho de todo individuo a desarrollarse libremente, sin sucumbir a las presiones del Estado y de elefantiásicas burocracias, ha tratado de edificar una organización solidaria, donde el individuo no se halle solo a merced de sus propias fuerzas y de los avatares del destino, sino que se vea arropado, en su búsqueda individual, por el conjunto de la sociedad.

Podemos entonces condensar el problema básico del comunismo en una única expresión: exceso de racionalismo. Ni lo racional es necesariamente real, ni lo real es necesariamente racional; al menos en primera aproximación. Hegel confundió el ser con el poder ser: todo lo racional *puede ser* real y todo lo real *puede ser* racional, pero solo mediante el esfuerzo, el trabajo y el pensamiento; no en virtud de un proceso espontáneo protagonizado por el espíritu universal en el inexorable curso de sus determinaciones sucesivas, sino gracias a la creatividad humana, al diseño de correctas categorías de pensamiento y de sistemas sociales humanizadores.

Demasiada organización ahoga la creatividad de los individuos y acaba por convertirlos en simples autómatas, manipulados por fuerzas estatales y colectivas. Ocurre lo mismo con un sistema educativo rígido en exceso. Quizás transmita los conocimientos considerados indispensables, pero es poco probable que logre infundir en los alumnos el espíritu de la búsqueda individual, de la creatividad apasionada y de la curiosidad impenitente que subyacen a los grandes progresos de la humanidad. Más bien los habrá transformado en magníficos receptores de ideas ajenas, en espectadores pasivos de un mundo fascinante. Es lo que sucederá con una sociedad demasiado perfecta, carente de atisbos de irracionalidad,

de desorganización, de margen de maniobra para que florezca la hermosa huella de cada individuo: habrá aprendido a racionalizar, pero no a imaginar, no a aventurarse por nuevos caminos; no, en definitiva, a convivir con el futuro.

Se trata, por supuesto, de tolerar grados de irracionalidad no lesivos, pues si la perfección y el orden consumado inhiben la creatividad, la imperfección deliberada y la anarquía nos devuelven a estadios ancestrales de la evolución, donde primaba la ley del más fuerte. Por ello, la responsabilidad de toda época estribará en discernir la manera más oportuna de conciliar orden y caos, para que triunfe una tensión creadora. Cuando todo lo compartimentamos, cuando todo lo subsumimos en una determinada tipología, cuando todo lo sometemos al implacable y poderoso filtro de la razón, cometemos una injusticia en aras de la justicia; sacrificamos la fuerza del individuo y la pujanza de lo inesperado ante una voluntad de control que, con aciaga frecuencia, desemboca en el despotismo, porque todo lo que la contradiga será contemplado con recelo. La mente humana es imperfecta y nuestro conocimiento es siempre limitado. Jamás podremos decir que hemos agotado todo el conocimiento posible del mundo y de nosotros mismos. El mundo puede aún depararnos las mayores sorpresas, y el ser humano se crea en ese continuo intercambio con el contexto. Por tanto, y si nada está completamente dado, sería de necios cerrar la ventana de lo que puede ser nuevo. Pero solo en la carencia y la imperfección se aprecia el valor de lo nuevo, porque solo entonces se aspira a romper con lo anterior.

Por ello, no conviene saturar el tiempo con actividades variopintas que no nos dejen resquicios de vacío, soledad y aburrimiento. Viajar, añadir experiencias que nos muestren atisbos de la vastedad y de la exuberancia del mundo, es siempre enriquecedor, pero hay viajes tanto o más inspiradores por los exóticos territorios de la mente, como ocurre cuando surcamos las grandes obras de la literatura y del pensamiento. Viajar, sí, por realidades e ideas, pues ambos viajes son necesarios, porque el ser humano se forja en la percepción de la realidad y en la conciencia de lo posible, y yace constantemente a medio camino entre el hecho y la imaginación.

Sin momentos de reflexión, ocio y silencio, sin la amenidad de horas dedicadas a la lectura y el paseo, la mente se ofusca y

no se atreve a concebir lo nuevo. Toma lo dado como definitivo. El dinero aburre, más aún a quienes lo poseen en cantidades desorbitadas, precisamente porque genera la impresión de que, al ser todo posible, nada merece que le tributemos nuestro entusiasmo más profundo y sincero. Así, subir los impuestos a los que más tienen, además de fortalecer la justicia social, contribuiría también a liberarlos de la espesa sombra proyectada por su propia y cegadora abundancia. Pues, ciertamente, si todo me parece realizable gracias a la magia genesiaca del dinero, todo lo que contemple, haga o desee la concebiré como una más entre un sinnúmero de posibilidades. Rara vez atraparé mi poder de fascinación, y rara vez me seducirá de manera honda y transformadora. Me rendiré a los encantos del mundo y me veré agitado por una pintoresca infinidad de estímulos que no me ayudarán a crecer en lucidez, altruismo y sabiduría. A la larga, solo unos pocos se darán cuenta de que ningún bien supera la excelencia de una conciencia tranquila, la alegría de quien vive en paz consigo mismo y se esmera en difundir ese sentimiento al mayor número de personas.

El sinsentido no se resuelve con dinero, sino con conocimiento y generosidad, con hondura y experiencia. El dinero no solo no compra la sabiduría, la bondad o la magnanimidad, sino que suele distanciarnos de su consecución. Nos induce a huir de nosotros mismos, arrastrados por la corriente de lo que podemos adquirir. Deslumbrados por fines alienantes que, en realidad, solo contribuyen a exacerbar nuestro egoísmo y nuestra arrogancia, la abundancia material nos aleja de los demás seres humanos, nos tienta con las pulsiones del dominio más tiránico y nos insufla un vano sentimiento de superioridad frente a nuestros semejantes, que colinda peligrosamente con el anhelo de avasallamiento y explotación. El dinero incita, así, a la agresividad. Divide y enemista a los hombres, aviva mezquindades, celos, rivalidades y desconfianzas; intensifica las más bajas pasiones y eclipsa los fines más nobles. Nos desvincula, por tanto, de ese horizonte que han exaltado los mayores sabios a lo largo de los siglos: la contemplación libre y creadora, la búsqueda de la belleza como fin en sí mismo, el deseo de conocer más sobre la realidad para liberarnos de prejuicios y oscuridades y entender la inextricable imbricación entre la naturaleza y la humanidad.

El dinero nos separa, en suma, de la senda de la sabiduría y de la grandeza.

Ni la riqueza ni el poder liberan al hombre de la ignorancia. Solo la razón nos permite cuestionar los presupuestos de cualquier discurso y nos ayuda a elevarnos hacia el conocimiento, para conquistar una libertad interior que ninguna fuerza externa conculca. Es la sabiduría de quien ha conseguido comprender y se siente despojado de temores, pues ha captado la luz universal de una razón que desdeña potestades y jerarquías humanas, artificiosas construcciones que responden al arbitrio de los seres humanos, mas no a una verdad independiente de nuestra voluntad. Es el deleite indescriptible de la contemplación intelectual. Y la verdad, pura y límpida, luminosa y desbordante, es el fruto de la reflexión racional, que examina valerosamente las premisas, contrasta las fuentes, mira más allá de prejuicios inveterados y de asunciones tácitas, no presta atención a nombres o a dignidades, sino a argumentos, y no se siente impresionada por la majestad de los títulos humanos y la sacralidad de libros, doctrinas y dogmas, pues se afana en justificar lo que afirma y en persuadir a quienes defienden las opiniones contrarias. Desprende una claridad catártica y liberadora: la del individuo que, aun en su soledad, se alza sobre poderes y oropeles humanos porque, con la fuerza de su razón, celebra la verdad y repudia el error.

Ciertamente, el uso de la razón debe inspirarnos a alcanzar un sano equilibrio entre la convicción y la duda, concordia que solo puede lograrse tras una reflexión profunda y mesurada sobre el problema en cuestión. Un exceso de certeza suele desembocar en el fanatismo y en la intolerancia; una duda desmesurada nos paraliza y abisma. Dudar es necesario, pero también lo es afirmar algo, abandonar el cómodo refugio de la indiferencia y la inacción para, con la brújula de la razón y del espíritu crítico, aventurarse a explorar lo desconocido y a construir lo inexistente.

En síntesis, la razón nos proporciona un lenguaje universal, una riqueza que no es patrimonio de nadie. Nos ayuda a relativizar nuestras concepciones de partida, abre nuestras mentes y nos proyecta a un mundo sin fronteras o divisiones, a la maravillosa esfera de la universalidad. Ninguna otra fuerza puede unir tanto a los seres humanos como la razón aplicada al conocimiento de la naturaleza y a la transformación de nosotros mismos. La ciencia,

hija predilecta de la razón, puede así contribuir a la paz, a edificar una cultura basada en el intercambio intelectual, en la discusión libre y en la creatividad; una cultura de la búsqueda, capaz de cuestionar los prejuicios heredados.

La reflexión pausada y rigurosa, el conocimiento de verdades que desafían nuestras preferencias individuales, la aceptación de nuestra falibilidad, la posibilidad de corregir nuestros errores y de aprender de aquellas mentes orladas con esa bendición incomparable llamada sabiduría, ¿no traza el camino hacia la felicidad auténtica? Este sentimiento ya no lo moldearán poderes y afanes pasajeros que con frecuencia exigen dividir y enfrentar a los seres humanos, sino que surgirá de una confianza profunda y esperanzadora en nuestra capacidad de añadir nuevas verdades para, bajo su auspicio, contribuir a la mejora del mundo. Es una senda ardua, pero solo lo que exige esfuerzo es digno de mérito y sacia el anhelo de superación que late en tantos individuos. Solo entonces refuelgan las auténticas fuerzas del ser humano.

Todos los dones que la evolución biológica nos ha conferido han de ser armonizados de forma creativa. La maravilla de la inteligencia racional, que escruta los rincones más recónditos del universo y condensa enormes cantidades de información en el preciso y revelador lenguaje de las ecuaciones matemáticas, y la pujanza de una conciencia ética que, tantas veces enardecida por el fuego de lazos emotivos, nos exhorta no solo a descubrir nuevas verdades, sino a construir un mundo más justo, humano y compasivo, no pueden discurrir en paralelo. Lo que la evolución no ha integrado sella ahora la tarea del hombre: el imperativo de aunar conocimiento y ética.

El dinero, en resumen, no solo no compra el conocimiento o, menos aún, el entendimiento cabal y profundo de un tema (y no hay mayor privilegio que el de ayudar al desarrollo del pensamiento humano), sino que infunde la falsa seguridad de que el poder material conlleva un grado de sabiduría superior. Es fuente de altanería y engreimiento, de una vanagloria destructiva y disgregadora, pues engaña a quien claudica ante sus encantos y siembra toda clase de discordias. La auténtica aristocracia de la humanidad no es la del poder o el dinero, sino la del conocimiento y la solidaridad.

¡Qué inmenso y sublime placer ha de sentir quien, pese al rechazo de los poderosos, sabe que porta la antorcha de la razón;

aquel que, en un ejercicio de libertad, dignidad y autonomía, ha conseguido romper el hechizo de la riqueza y de la autoridad! Puede decir, como Hamlet:

I could be bounded in a nutshell and count myself a king of infinite space.

Es el don de una conciencia luminosa, que espontáneamente disemina su luz y humilla potestades, tronos y ufanas jerarquías. Fue Euclides de Alejandría quien espetó al todopoderoso soberano de Egipto: «Majestad, no hay una vía regia a la geometría». Rey o esclavo, príncipe o mendigo, laureado o ignorado, rico o pobre, todos han de familiarizarse por igual con las proposiciones matemáticas, sin que disfruten de privilegio alguno derivado de su estatus social.

La razón en su pureza y universalidad no pertenece a nadie. Es un tesoro libre, y por ello resplandece como la fuerza más hermosa, radiante y cristalina. Quien en la amplitud de su soledad, fortificado en la venturosa hondura de un silencio interior que sondea, juzga y relaciona, decide entregarse al cultivo de la sabiduría, que es el conocimiento aplicado a la comprensión de la vida humana y a su crecimiento ético, ha conquistado más reinos y ha acumulado más riquezas que quienes se jactan de su poder. «Prefiero conocer una sola ley causal antes que ser emperador de Persia», proclamaba Demócrito. Pues, ciertamente, quien logra encender una luz de la que no puede apropiarse, por difundirse naturalmente a todo el género humano, ha coronado la auténtica cima. Es ya libre, y no necesita vagar de reino en reino, de deseo en deseo, de veleidad en veleidad. Se ha encontrado a sí mismo y se ha emancipado de juicios volubles y de opiniones discordantes. A través del filtro de su razón y de su capacidad crítica, de un pensamiento sereno y mesurado que pondera cuidadosamente todos los argumentos y talla laboriosamente un cuerpo robusto de conocimiento y comprensión, disipa las sombras de la ignorancia y del miedo. No se trata únicamente de disponer de una información más completa, sino de procesarla adecuadamente, de entenderla, de hacerse cargo de sus implicaciones, de interiorizarla y demostrarla; de humanizarla, en definitiva, para que no se reduzca a un simple contenido o a una letanía de datos dispersos, sino que revierta en el progreso del individuo hacia la libertad.

6.3 El futuro y las posibilidades de la mente

I.

El comunismo soñó con un mundo donde el dinero poseído individualmente no tuviera la última palabra. Ese sueño parece hoy más lejano que nunca, más utópico, más irrealizable e incluso contraproducente.

En el dinero ha sintetizado la imaginación humana todo cuanto evoca poder, y en él parecen resonar los ecos de toda sed de posesión, placer y dominio. En un símbolo, en un simple objeto metálico o en una vulgar nota de papel, se compendian infinitas aspiraciones. Toda una red de poderes, dependencias, subordinaciones y posibilidades se plasma en una minúscula entidad física que recapitula un infinito potencial de afanes y deseos. Porque, en definitiva, el dinero es voluntad y es poder: es poder sobre las voluntades. En él convergen deseos y poderes, pues con el dinero puedo inducir a otros a cumplir mis deseos. En ese acuerdo tácito que sostiene el valor de cualquier divisa se vuelcan ingentes ansias y virtualidades. Con dinero puedo realizar prácticamente todo cuanto es susceptible de traducirse en términos materiales. Puedo adquirir bienes y servicios, puedo financiar infraestructuras, puedo...; puedo, en suma, mover voluntades para que se amolden a mi propio arbitrio. Puedo usar temporalmente el trabajo ajeno en beneficio mío. Puedo tantas cosas... Pero, por fortuna, no lo puedo todo. La finitud de lo que puedo obtener con el dinero no dimana únicamente de los límites en las fuerzas productivas de la humanidad, sino de la imposibilidad de reflejar, en términos estrictamente materiales, determinados valores que también responden a algunos de nuestros deseos más intensos y genuinos.

Por ello, recuperar ideales humanistas y enaltecedores del comunismo, luchar contra un mundo donde la riqueza de unos cuantos se basa en el trabajo y en la subordinación de otros, donde la desigualdad y el clasismo parecen leyes de la naturaleza y donde numerosos seres humanos son explotados de forma desalmada, continúa siendo una meta digna de que le consagremos nuestras mejores energías. Bastaría, ciertamente, con aplicar la Declaración de los Derechos Humanos, esa Constitución racional de la humanidad, ese equilibrio tan aquilatado entre lo individual y lo

colectivo que solo se suscribió tras las experiencias más traumáticas del siglo xx, pero en la práctica cotidiana se asume como ineluctable el predominio de unos fundado no en su mérito real, es decir, no en su contribución al bien de la sociedad, a la libertad, el conocimiento y la solidaridad, sino en las argucias de poderes oscuros, ilegítimos e irracionales, en el triunfo de la fuerza y no de la sabiduría.

El dividendo social instaurado en muchos países europeos, cuyas manifestaciones más señeras son los servicios públicos universales y gratuitos, mitiga el antagonismo entre las clases sociales. Propicia, ciertamente, la devolución a los trabajadores de parte de la plusvalía generada en el proceso laboral, pero por sí mismo es incapaz de eliminar el fenómeno de la extracción de plusvalía. Sin ella, sería inviable el proceso de producción económica, porque el empresario acepta arriesgar capital a cambio de obtener un beneficio del trabajador más allá de la remuneración salarial que le ofrece. En una economía de planificación central, la plusvalía se diluye en el todo social, gestionado por el Estado, pero tampoco se erradica. El trabajador sigue contemplando cómo una porción significativa de su trabajo no puede, por concepto, pertenecerle.

Solo si la tendencia hacia la automatización lograra liberarnos por completo de la necesidad de que un ingente número de personas ponga su fuerza de trabajo a disposición de otros seres humanos o del Estado sería posible auspiciar un desarrollo más pleno de todo individuo. Semejante utopía no puede consistir en una involución hacia formas económicas más elementales, porque en cuanto se conocen los beneficios del progreso material, tecnológico e intelectual, difícilmente resulta concebible regresar a hábitos de vida más rudimentarios (salvo ocasionalmente, y como elemento de renuncia voluntaria a las gravosas presiones psicológicas que ejerce un sistema económico complejo). Por tanto, la única solución por ahora imaginable estriba en la sustitución paulatina de todo trabajo humano mecánico y repetitivo. Se trata entonces de desplazar el eje de la producción a las máquinas. En ellas se maximiza la extracción de plusvalía sin incurrir en los problemas humanos que ello ocasiona, siempre y cuando las máquinas no hayan desarrollado percepciones del dolor, sensibilidades y autoconciencias éticas similares a las de nuestra especie. Así, podremos reservar a los

seres humanos aquellas tareas auténticamente creativas, para que se dediquen a un ocio inteligente, que permita a cada individuo desarrollar al máximo sus potencialidades e incluso sondear nuevos talentos y vocaciones que antes ignoraba.

De todo ello se colige la importancia de una educación continua. Tememos un horizonte colmado de ocio y posibilidades porque no sabemos cómo emplearlas sabiamente. Por fortuna, el arte y el conocimiento representan dos manantiales inagotables. Siempre podríamos crear, saber y pensar más. Sin menospreciar los riesgos de una excesiva digitalización de nuestra existencia, resulta innegable que la posibilidad de acceder a cantidades abrumadoras de conocimiento en cuestión de segundos constituye un horizonte auténticamente democratizador. Ya no es necesario matricularse en elitistas universidades o acudir a selectos clubes. Podemos disponer del conocimiento más exacto y actualizado casi sin intermediaciones; podemos escuchar a las mayores eminencias del mundo y nutrirnos de su magisterio. Podemos, en definitiva, diseñar nuestro propio itinerario educativo, en un mundo donde la fase de instrucción no podrá ya restringirse a la infancia, la adolescencia y la temprana juventud, sino que, ante la complejidad de nuestras sociedades y el volumen de conocimientos acumulados, será preciso comprometerse con una formación ininterrumpida, en la que cada uno descubra paulatinamente sus verdaderas pasiones y sea libre de reinventarse en cualquier momento.

Bien aprovechadas, las tecnologías de la información nos otorgan un infinito de posibilidades. Ciertamente, tantas opciones pueden confundirnos y dispersarnos. Agobiados por semejante pléyade de oportunidades, es comprensible que nos sintamos desbordados y que la nostalgia por tiempos pretéritos nos invada. Sin embargo, son las instituciones de enseñanza las que deben ayudarnos a organizar ese caudal intempestivo de conocimientos. Es el orden, más que la información, lo que han de proporcionarnos. Acompañarnos en la ardua e insoslayable tarea de jerarquizar el saber, de relacionarlo adecuadamente y de aplicarlo a diversos ámbitos del conocimiento y de la acción es una de las responsabilidades más relevantes que aún ostenta el sistema educativo. Las rígidas estructuras que han predominado durante décadas, la didáctica pero empobrecedora fragmentación del saber en compartimentos aislados y los métodos tradicionales (destinados más a transmitir

información que a ayudar a procesarla convenientemente) están llamados a experimentar una revolución de consecuencias impredecibles. Mas lejos de azuzar nuevos temores, este escenario debe suscitar confianza y despertar impulsos creativos aletargados. Porque, en efecto, lo que a simple vista parece suponer un peligro para la enseñanza tradicional, en realidad se yergue como un desafío ineludible. Liberadas de la pesada carga de la transferencia de información (salvo en materias excesivamente técnicas, donde la información sea más complicada de obtener y de asimilar), las escuelas y las universidades podrán ahora consagrarse a una labor más profunda e imaginativa: la de orientar a los alumnos, para que aflore su verdadero potencial.

Así, la idea de desplegar las posibilidades latentes en cada individuo no se alzará ya como una utopía vacua, como un recurso fácil ante la dificultad de definir el sentido de la empresa educativa, sino que, emancipada de la servidumbre de circunscribir su radio de acción a la impartición de contenidos, la enseñanza se concebirá como una instancia ordenadora del conocimiento. Flanqueará y arropará a los estudiantes, pero no sustituirá la búsqueda libre del saber.

Muchas frustraciones profesionales y vocaciones truncadas nacen de una educación poco personalizada, donde la disciplina ha prevalecido sobre la flexibilidad. En el pasado, esta fatalidad era casi irremediable. La falta de medios materiales y humanos impedía dispensar a cada alumno la atención que merecía. Salvo raras excepciones, únicamente los colegios reservados a las clases privilegiadas podían permitirse el lujo de personalizar la educación. Pero hoy, gracias a la tecnología, constituye un horizonte viable y urgente. La educación no puede esperar a que este mundo de rápidos avances tecnológicos, sumido en una espiral indómita de destrucciones creativas que derruye sin piedad estructuras obsoletas, se adapte a ella; antes bien, es la educación la que debe adaptarse a un mundo inmerso en tantas y tan profundas mutaciones.

Por supuesto, es inevitable que la omnipresencia de la tecnología genere suspicacias. En el contexto de lo que ha venido a denominarse «la cuarta revolución industrial», un mundo cada vez más robotizado se nos puede antojar más enajenador. Nos sobrecoge pensar que máquinas cada vez más poderosas reempla-

cen no solo la fuerza física del hombre, sino también sus facultades intelectuales más eximias. En ese caso, máquinas altamente evolucionadas, que aprendieran a aprender y no se limitaran a seguir un programa de instrucciones diseñado por humanos, podrían eventualmente desafiar la superioridad de nuestra especie, e incluso ejercer sus mayores capacidades cognitivas para enseñarse del mundo humano. Desde este prisma desmoralizador, las máquinas podrían esclavizarnos.

Sin embargo, y ante estas profecías apocalípticas, conviene tener en cuenta que un escenario tan amenazador resulta altamente improbable. Si bien es cierto que las especies más complejas suelen aprovecharse de su poder para oprimir a las menos evolucionadas (desde la relación depredador/presa hasta el fenómeno de la domesticación, sin cuyas ventajas la humanidad no habría podido desarrollarse como lo ha hecho desde el Neolítico), también lo es que una conciencia más lúcida puede fomentar actitudes pasivas y desinteresadas hacia otras criaturas. No se trata de un idealismo iluso y ciego, sino de la constatación de que muchas atrocidades de la historia hunden sus raíces en la ignorancia. El racismo, por ejemplo, aunque responde a factores emocionales e ideológicos, fundamentalmente brota de un profundo desconocimiento de la genética y de la paleontología humana. Hemos maltratado a los animales desde tiempos inmemoriales, pero no debemos olvidar que hasta hace escasos dos siglos ignorábamos que todas las especies biológicas proceden de un tronco común, como nos enseñó Darwin.

El conocimiento no conduce directamente a la compasión, pero sí la facilita. Desencadena nuevas reflexiones que, en determinados espíritus, plantarán la semilla de una conciencia más cabal y aleccionadora sobre el mundo y la humanidad. Además, es preciso reparar en que esas máquinas cognitivas podrían también reproducir las emociones más características de la especie humana, por lo que no sería descartable que accediesen a ese estado regido por la compasión, la paz y la sabiduría que tanto engrandece a algunos seres humanos.

Valoramos y defendemos lo que nos resulta próximo. Una especie animal más estrechamente emparentada con la nuestra o un pueblo con el que compartimos lazos más sólidos se convierten fácilmente en objeto de nuestro interés. Claro está que, como

ideal, cualquier ser humano debería sentirse hermanado a toda la humanidad, pero muy pocos logran desarrollar una conciencia tan ecuménica y elevada. Unas máquinas emocionales, y no solo inteligentes, probablemente respetarían e incluso protegerían a sus artífices humanos, conscientes de quiénes son sus progenitores inmediatos. Por ello, es perfectamente plausible que llegásemos a descubrir formas inteligentes de aliarnos con las máquinas para que, junto a la automatización de trabajos mecánicos, nos permitieran sustituir tareas cognitivas igualmente repetitivas y nos ayudaran a gestionar mejor nuestro tiempo y nuestras necesidades.

II.

Contemplar la naturaleza nos llena de humildad, de una docta humildad. Todo ese gigantesco lienzo no ha sido tejido por las manos del hombre. Esa sinfonía magistral que componen sutiles pajarillos acompasados por brisas suaves no la ha concebido nuestra mente.⁷⁶ Su fuerza nos precede y acoge. De ella brotamos. Y aunque nos fueran vedados todos los misterios del universo, nos bastaría con contemplar un solo detalle de la naturaleza para extasiarnos con los ecos de la sabiduría más profunda, cuya belleza fulmina todos nuestros deseos. Es la dependencia universal, la concatenación indisoluble de todas las parcelas de la realidad, tantas veces cruenta y ciega, pero siempre un antídoto contra la soberbia humana.

Sin embargo, pecaríamos de ingenuidad autoinfligida si idealizáramos en exceso el orden natural. No hay justicia en la natu-

76 Me atrevo a sostener que esa plenitud captada por los sentidos cuando contemplan el gran espectáculo de la naturaleza solo tiene parangón en las creaciones más sublimes de la música clásica y, en particular, en la obra de Bach. El compositor de Eisenach ha conseguido reflejar de forma eximia la armonía cósmica y las reverberaciones de perfección matemática que la enhebran. Aunque su efecto se nos antoje efímero, creo que basta con escuchar a Bach, su cántico desaforado a la majestuosa y entrelazada plenitud del universo, para imaginar la perfección. En su música es posible percibir tal excelencia técnica y tal densidad estética, semejante confluencia de materia y forma, que toda noción de armonía creadora palidece ante sus gestas. Paz y viveza, gloria y dolor, poder y fragilidad..., arman este hermosísimo lienzo de ecos celestiales.

raleza, rúbrica de la primacía de la fuerza, del triunfo del hecho sobre la razón. Claro está que toda definición de justicia parte de presupuestos discutibles, pues ¿cómo descubrir una acepción verdaderamente universal de justicia? ¿Acaso convendremos en decir que lo justo es lo que beneficia a la especie humana? Se trataría de una comprensión sumamente antropocéntrica de la justicia. ¿Podremos entonces sostener que lo justo es aquello que contribuye a reducir el sufrimiento en el universo? Pero ¿por qué hemos de erigir el sufrimiento en clave de bóveda de la justicia? ¿Por qué consagrar el placer, antítesis del sufrimiento?

Como es imposible desprenderse de cualquier supuesto a la hora de definir la esencia de la justicia, parece razonable conformarse con aquella acepción que minimice el número de premisas iniciales. Así, lo más parsimonioso desde el punto de vista lógico será concebir la justicia como el equilibrio entre los intereses de los distintos miembros de una determinada comunidad, a fin de alcanzar, asintóticamente, un óptimo entre ellos. Esta caracterización de la justicia no requiere ulteriores elucidaciones sobre el contenido de esos intereses, pues no los analiza en sí mismos, sino en lo que respecta a su armonización recíproca. Además, la noción de «grupo» no tiene por qué restringirse a los humanos, aunque la dificultad de dirimir en qué consisten los intereses de otras especies prácticamente confine la idea de justicia al seno de nuestra especie.

Por ello, al observar atentamente la naturaleza podemos también sentir la llamada a construir ese mundo que el mundo no nos da; ese universo bañado de los valores más nobles y puros que forja la imaginación humana, el verdadero tesoro del espíritu: la justicia, la igualdad, la solidaridad... Y, por supuesto, el amor, el omnipotente amor, el éxtasis afectivo cuyo anárquico ardor no tiene por qué verse privado de luminosidad y perspicacia; el reconocimiento de nuestro destino en el de otro, faro que vence todas las pulsiones disgregadoras y esculpe una unidad sabia y creativa, donde todos los dramas del pasado ceden ante una fuerza renovadora.

Solo mediante la razón puede el ser humano crear ese mundo más justo, al igual que solo mediante la razón puede desentrañar los arcanos de la naturaleza. Mas la razón, insuperable a la hora de desgranar el pasado y el presente del cosmos y de la historia,

tropieza con la barrera infranqueable del futuro. La razón nos permite explicar por qué el universo es como es, qué leyes rigen su funcionamiento y cómo ha surgido la mente humana tras miles de millones de años de lenta y formidable evolución, pero, a causa de una comprensible fidelidad a sus cánones más escrupulosos, con frecuencia se niega a pronunciarse sobre el porvenir.

Intrínsecamente desapasionada, ajena a los vaivenes de las emociones y de los sentimientos, la razón trasciende las preferencias individuales y nos introduce en el vívido y fascinante mundo de lo universal. Cuando esgrimo una razón, me afo en despojarme de mi propia subjetividad para acceder a un ámbito tendente a la objetividad (ideal que, eso sí, solo resplandece como límite, pues multitud de factores difícilmente objetivables suelen interferir en su búsqueda). Por supuesto, siempre puedo justificar racionalmente y *a posteriori* lo que ya he decidido de antemano, con el único apoyo de mi subjetividad, de mi voluntad aparentemente libre. Sin embargo, resulta inevitable que, en cuanto examine esa decisión concreta de una manera más crítica y cabal, la impasible razón ponga de relieve la arbitrariedad que subyace a mi elección.

Ecuánime e indiferente, la razón nos brinda el mejor instrumento para organizar el mundo con eficiencia y satisfacer los intereses de la mayoría. En el plano puramente filosófico, al expandir el acervo de la ciencia y aumentar nuestro conocimiento del mundo, nos libera de asfixiantes prejuicios y atavismos.

Lo cierto es que cuando se trata de crear, de concebir nuevos fines y de ponderar no solo cómo son las cosas, sino cómo podrían serlo en el futuro, la imaginación sobresale como una herramienta inestimable para orientar a la humanidad, como un instrumento tanto o más vigoroso que la razón. Y aquello que la imaginación contempla, encumbrada en la vanguardia de las fuerzas mentales del hombre, la razón lo ordena y configura meticulosamente, para así propiciar que ese horizonte de posibilidades adivinado por el ingenio y la fantasía se convierta en una realidad.

Es ante la barrera inexpugnable del futuro, que destrona a la mismísima razón, donde brilla otra de las grandes fuerzas que anidan en el espíritu humano: la imaginación. Lejos de imponer un sentido a la historia, nos invita a crear. Siempre cabe imaginar cómo puede y cómo debe ser la humanidad venidera, lo aún no

dado, las posibilidades de la mente, sobre las que sería imprudente decretar límites apriorísticos, pues si los hay, ya despuntarán por sí solos. Lógicamente, no podremos demostrar, con la claridad de la razón, que la historia vaya a seguir semejante curso, pero al imaginar, al proyectar la mente hacia el futuro, al soñar con lo que aún no existe, al penetrar en el espacio virginal de lo desconocido, al sondear lo que aún no tiene nombre, allanamos el camino de una razón que, con su infalible método, nos ayuda a organizar los medios disponibles para alcanzar esos fines vislumbrados en la morada de la imaginación creadora.

Existen la maldad y el horror, mas siempre cabe un destello de fe en el ser humano. Siempre podemos imaginar un futuro más libre y justo, un mundo más sabio. Idealizar el pasado quizás potencie nuestro fervor estético, pero a la larga nos sume en una percepción engañosa. Nunca fueron épocas tan perfectas y esplendorosas como tendemos a imaginar. No podemos abdicar de la responsabilidad de trabajar hoy por un mundo más humano, en el aquí y en el ahora de una historia inconclusa. Encontraremos, sí, referentes iluminadores en los grandes espíritus del pasado, pero no debemos dejarnos secuestrar por lo que hoy no nos pertenece. La razón y la compasión trascienden espacios y tiempos. Con ellas aprendemos del pasado, analizamos el presente y proyectamos el futuro.

El recurso más enigmático que posee la humanidad se llama tiempo. Es la fuente de toda novedad. Siempre existirán posibilidades de creatividad, al menos mientras el tiempo no se detenga y no cese de avanzar hacia un destino desconocido y probablemente incognoscible. No podemos conculcar la segunda ley de la termodinámica, pero sirva como consuelo pensar que, con cada nuevo instante misteriosamente superpuesto a los anteriores en la indecifrible recta del tiempo, eclosionan nuevas y subyugantes posibilidades de cambio, crecimiento y creación. No podemos modificar el pasado, que es imborrable, pero sí podemos bosquejar los perfiles del futuro y esforzarnos en construir un mundo mejor, es decir, un mundo más humano, que en realidad converge con la utopía de un mundo más sabio y fraterno. Y solo cuando el individuo se entrega a una empresa que lo trasciende, a una meta que lo enaltece, a un proyecto que puede contribuir a la mejora del mundo y a la disminución del dolor humano, se libera de las cadenas de

una vertiginosa búsqueda fáustica que, como al célebre personaje de Goethe, únicamente lo zarandeará de puerto en puerto y de aventura en aventura, pero lo herirá con la punzante marca de la insatisfacción perpetua.

La especie humana no tiene por qué encarnar el eslabón último de la trama evolutiva. No hay ninguna prueba de que seamos la estación final de la evolución. Por admirables que nos parezcan algunas de nuestras habilidades más distintivas, seguimos siendo sumamente imperfectos, frágiles y vulnerables. Por ello, incluso en el hipotético escenario en que máquinas superiores a nosotros en inteligencia y espíritu ético nos suplantaran por completo, no tendríamos derecho alguno a reivindicar la posición de privilegio cognitivo que hasta ahora nos ha otorgado la evolución. Habríamos cumplido nuestra función en el gigantesco proceso cósmico, y otras especies tomarían el relevo en esta carrera tan frenética como desconcertante.

Sin embargo, no hemos de olvidar que la naturaleza nos ha deparado una oportunidad única: podemos llenar el universo de sabiduría y belleza o teñirlo de ignorancia y oscuridad. Y, desde un ángulo puramente humano, podemos concebir un horizonte donde el desarrollo de las capacidades individuales y colectivas no requiera una lucha dialéctica entre opuestos, mediante conflictos y pulsiones enfrentadas, sino que por fin surque una senda lineal y progresiva, en cuyo curso el fervor de la contienda y la negatividad ceda el testigo a la serenidad de una armonía creadora. En esa colina utópica, razón y compasión se hallarán por fin reconciliadas; Atenas y Uruvela, Sócrates y Buda, caminarán de la mano hacia un amanecer que la evolución biológica no nos ha concedido, hacia la persistente primavera de una imaginación cuya grandeza no desista de derruir muros que parecían inquebrantables.⁷⁷ Y aún

77 Desde esta perspectiva, los escritos y doctrinas de las grandes tradiciones religiosas pueden contemplarse como una inmensa alegoría espiritual, como la expresión del deseo de ser dioses que han albergado históricamente multitud de hombres y mujeres, al menos si las purificamos de los elementos precientíficos y mitológicos (que en realidad constituyen la parte cuantitativamente más significativa de las proposiciones teológicas de las distintas religiones). Una sentencia tan célebre y enigmática como «En el principio Dios creó...», que inaugura la Biblia hebrea, invoca, por ejemplo, el concepto de creación, pero crear puede entenderse como dar nombre,

disponemos de poder e inventiva suficientes como para profundizar en el complejo territorio de lo humano; aún podemos progresar y sentar los cimientos de una historia que extirpe gradualmente el sufrimiento de tantos seres; aún podemos añadir más verdades al templo del conocimiento y ensanchar el círculo de nuestra imaginación; aún podemos, en definitiva, ser más humanos.

como configurar mediante un concepto, como elevar el objeto a la categoría de símbolo e idea. El ser divino crea por la palabra, y hoy podemos interpretar este famoso versículo como una vibrante e inspiradora alegoría: Dios es el poder del pensamiento, que crea lo que concibe y lo expresa mediante el lenguaje. Dios encarna, en suma, las posibilidades de la humanidad. Decir «Dios» no significa entonces otra cosa que creer en la capacidad del mundo y del ser humano para generar lo que hoy parece inimaginable; aceptar, en definitiva, que el ser no se agota en lo dado.

SÍNTESIS: TESIS SOBRE LA NATURALEZA Y EL CONOCIMIENTO

Estas tesis constituyen una exposición sistemática de mis anteriores trabajos sobre epistemología, y pueden interpretarse como una recapitulación de las secciones precedentes. En ellas me propongo condensar una teoría de conocimiento que permita unificar las ciencias naturales con la filosofía.

Por tanto, quien haya leído las páginas anteriores no encontrará aquí información sustancialmente nueva. De hecho, en algunas tesis he optado por reproducir literalmente ciertos enunciados ya discutidos en los capítulos previos y en otros escritos.

El procedimiento que adoptaré es el siguiente: presentaré proposiciones en forma de tesis breves que serán justificadas y desarrolladas oportunamente. El hilo conductor se manifestará con claridad; todas las tesis pueden así leerse como una gran proposición unitaria.

I. LA FILOSOFÍA Y LA UNIDAD DEL CONOCIMIENTO

1. Pensar la totalidad ha sido la meta de la metafísica desde sus albores más remotos. Hoy es más necesario que nunca construir una filosofía capaz de ofrecer la plataforma conceptual sobre la que asentar el fabuloso edificio de las ciencias naturales.

2. Para ello, es imprescindible plantear la pregunta por la relación entre *las leyes del universo físico*, meticulosamente examinadas por la ciencia, y *las leyes lógicas* que rigen el pensamiento humano.

3. El esclarecimiento de la relación que existe entre ambos órdenes, el de las leyes naturales y el de las leyes lógicas, nos permitirá elaborar una teoría del conocimiento que constituirá

también una metafísica, esto es, un estudio de las condiciones básicas de la realidad analizada por la ciencia según los cánones del pensamiento.

4. La *imaginación*, quizás la facultad más fecunda de la mente humana, emergerá entonces como el resultado de las opciones suministradas por las propias leyes de la naturaleza. En la apertura a lo posible que subyace a todo ejercicio de la imaginación, contemplaremos la elasticidad del mundo y de sus leyes. La lógica se alzará así como la cristalización de las leyes de la naturaleza en esquemas mentales, y la imaginación mostrará el escalón superior del pensamiento, en el itinerario potencialmente infinito hacia la totalidad de lo real y de lo posible.

5. Desentrañar la estructura y el funcionamiento del mundo es tarea de la ciencia, porque solo su método armoniza adecuadamente lo racional y lo empírico. La ciencia es una síntesis de imaginación, razón y experiencia. Por ello, en la ciencia moderna se integran las grandes facultades de la mente humana. Sin armonizar adecuadamente imaginación, razonamiento y experimentación es imposible añadir nuevas verdades a nuestro conocimiento del mundo.

6. Sin embargo, siempre cabe formular preguntas más allá de las que hoy vislumbra nuestra imaginación. Y como toda respuesta desencadena un nuevo misterio que clama por ser abordado con las lentes de la inteligencia, la llama de la filosofía no se extinguirá mientras perdure la epopeya humana.

7. El deber que incumbe tanto a las ciencias particulares como a la filosofía consiste en superar gradualmente la tajante y abrupta escisión que ha cavado una falla casi irreparable entre dos enfoques: el infraestructural, material, metódicamente dirigido por una conjunción de razón y experiencia, y el que se recrea en la amplitud y libertad que respira la mente cuando explora las preguntas más profundas y universales.

8. Hermanar a Demócrito con Platón no evoca un sueño vano: es el destino del pensamiento, es la responsabilidad de quien anhela comprender el mundo y entender sus propias capacidades.

9. A pesar de las dificultades insoslayables que encara, no deja de ser admirable el impulso que ha adquirido el conocimiento humano en su tentativa prometeica de aprehender el cosmos en la levedad de un concepto.

10. A todo ejercicio cognoscitivo subyace una lógica, unas premisas y unas reglas operativas que articulan el razonamiento humano.

11. Por racionalidad entendemos la búsqueda del mínimo número de presupuestos suficientes para justificar una situación dada. La racionalidad coincide, por tanto, con la legitimidad de formular la pregunta relativa al porqué de las cosas, de manera que un fenómeno deba sustentarse sobre otro más básico y abarcador. Como no podemos estar seguros de que el proceso tope con una frontera infranqueable, con un primer motor explicativo, es probable que se prolongue *ad infinitum*.

12. La expresión cuantitativa de ese razonamiento solo ha logrado una plasmación adecuada en ciencias como la física, la química y —tímidamente— la biología.

13. Los intentos de extrapolar este lenguaje a los estudios sociales deben aún demostrar su auténtico potencial. Pero la lógica se aplica con independencia del área del conocimiento, pues sería absurdo pensar que la mente de un físico se halla regida por reglas lógicas distintas a las que emplea un biólogo o a las que sustentan la labor de un filósofo.

14. Por ello, todo avance en el perfeccionamiento de nuestras categorías lógicas, en desvelar las posibilidades de su maquinaria inferencial, de su elasticidad y de su fundamentación, proporcionará al intelecto nuevas y más agudas herramientas para captar parcelas de la realidad hasta ahora inapreciables (probablemente porque no habíamos desarrollado nociones lógicas lo suficientemente flexibles y refinadas como para aprehender la sofisticación de un mundo que no desiste de desbordar el estado presente de la imaginación humana).

15. En su comprensión del mundo, la mente humana se ve obligada a postular que toda entidad del universo guarda siempre una analogía con las demás, por recóndita y aparentemente inaccesible. *A priori*, todo es susceptible de integrarse en un paradigma que respete las similitudes y las desemejanzas, las identidades y las diferencias entre los objetos del universo y del pensamiento. La grandiosa cadena causal que todo lo vincula, ese tejido que hilvana la totalidad del bordado cósmico, apoyaría esta hipótesis tan plausible y quizás necesaria.

16. Pero ¿cómo excluir un ámbito absolutamente ajeno a toda analogía? ¿Cómo descartar que los descubrimientos futuros de la

ciencia y una mayor profundización en los territorios del pensamiento puro revelen atisbos de una novedad no reducible a los patrones que ya conocemos? Ciertamente, ese espacio tan original debería «adecuarse», de alguna manera, a las leyes experimentales y a los principios lógicos que la humanidad ha esclarecido y cultivado durante siglos. ¿O no? ¿Por qué violentar de ese modo la realidad y no asumir que quizás el ser desborde el pensamiento? ¿Por qué no soñar con una ampliación auténtica de los cánones de la lógica, capaz de trascender todos los límites hipotéticos de la mente humana?

17. El postulado de la unidad del mundo implica que no puedo fragmentar el universo en secciones inconexas: toda la materia ha de relacionarse *quodammodo*.

18. Sin embargo, tanto la unidad como la simplicidad representan dos postulados que el pensamiento impone a la realidad. No puede eximirse de obrar así, porque pensar conlleva relacionar, establecer proporciones entre lo distinto y elucidar un vínculo que justifique esas diferencias. En cuanto a la simplicidad, se trata de un principio de economía epistemológica muy fructífero, pero no siempre verificado. La explicación más simple no tiene por qué ser la correcta. Lo razonable es creer que, entre explicaciones igualmente probables, hemos de preferir la más simple (la economía que sugiere la célebre navaja de Ockham), pero jamás demostraremos que esta elección se deba a una necesidad intrínseca, enraizada en la lógica pura, pues todo apunta a motivos de conveniencia y utilidad.

19. La unidad del mundo constituye una hipótesis, sin duda muy probable, quizás irrenunciable, pero siempre una conjetura heurística que nos conforta y flanquea en nuestras indagaciones racionales en la desconcertante diversidad del cosmos.

20. El pensamiento siempre se sobrepondrá a toda desconexión, a toda segmentación del objeto de estudio, porque su labor radica en erigir puentes entre parcelas heterogéneas. Pensar entraña *relacionar*, ese acto plasmado en el concepto de «*legein*» que tan fructíferamente inspiró a los primeros filósofos jonios. Pero este ensamblaje intelectual muchas veces implica una vulneración de la complejidad inherente al mundo. Perseguir la unidad por encima de todo representa una tarea noble, encomiable, un manantial de grandes empeños científicos y sapienciales, pero no debemos olvidar que la meta más elevada de la mente remite a

la comprensión misma, al deleite de captar las semejanzas y las diferencias, los vínculos y las separaciones.

21. Gracias a su inteligencia, el hombre discierne patrones de racionalidad en el universo. El desarrollo de la ciencia ha permitido captarlos y elucidar las conexiones que establecen entre ellos.

22. La ciencia goza del lenguaje más riguroso y universal que ha desarrollado la mente humana: *el matemático*.

23. La matemática contemporánea se basa en el sistema de axiomas ZFC (Zermelo-Fraenkel y la hipótesis del continuo), tomados como consistentes (esto es, como libres de contradicción). Por tanto, y en virtud del primer teorema de incompletitud de Gödel, la matemática no puede ser completa. Además, tal y como señala el segundo teorema de incompletitud, si ZFC es consistente, no podemos demostrar su consistencia. La matemática queda presa de esta imposibilidad. Con métodos puramente matemáticos no puedo demostrar la consistencia de la matemática.

24. La teoría de conjuntos de Zermelo-Fraenkel toma como primitivos los conceptos de conjunto y de pertenencia. Siempre se necesitan al menos dos conceptos primitivos para establecer relaciones significativas (el elemento no es primitivo, pues puedo definirlo como subconjunto, esto es, como un conjunto en realidad); por tanto, es difícil pensar que una mente, por elevada que fuera, lograría una explicación final, esto es, absolutamente fundada, de la estructura del pensamiento. Además, ideas como «existe», «para cada»... se toman como evidentes.

25. El más básico de los presupuestos de que parte cualquier axiomatización de una teoría de conjuntos es la posibilidad misma de formar un conjunto. Así como en la experiencia ordinaria no resulta sensato agrupar determinados objetos excesivamente heterogéneos entre sí, el pensamiento se ve capacitado para establecer cualquier tipo de conjunto, incluso un conjunto vacío, carente de elementos. Ni siquiera necesito postular la posibilidad de agrupar más de un objeto: el postulado insoslayable apunta a la posibilidad de considerar cualquier objeto individual como parte de un conjunto (es decir, la infinita divisibilidad de cualquier objeto, que puede pasar a considerarse un conjunto de elementos más básicos, sin límite aparente).

26. Las investigaciones actuales corroboran la inexistencia de una única fundamentación de la matemática. El estudio de los

principios de la lógica y de la matemática ha puesto de relieve la posibilidad de una pluralidad de fundamentos. No existe un único cielo platónico donde se decida unívocamente la verdad de las proposiciones matemáticas. Este politeísmo de fundamentos representa un triunfo de la creatividad y de la imaginación.

27. Sin embargo, cabe preguntarse si en un futuro mentes mucho más evolucionadas que las nuestras llegarán a descubrir el fundamento último, la verdadera génesis de la matemática. Pero incluso en ese escenario, ¿sería posible vencer la sombra de la autorreferencia, o esta jamás cesaría de proyectarse sobre cualquier proceso racional? ¿Cundiría entonces la más punzante desazón, o deberíamos más bien continuar embarcados en la evanescente empresa de la búsqueda de un fundamento último?

28. La ventaja indudable que nos proporciona el lenguaje matemático reside en su concisión, poder combinatorio y versatilidad. Es lo suficientemente flexible como para abordar la práctica totalidad de las parcelas del mundo. La invención de nuevas herramientas matemáticas a lo largo de la historia es la mejor prueba de su fructífera plasticidad.

29. Por ello, los límites del pensamiento no sellan las inexorables fronteras del ser, como conjeturaba Parménides con su célebre «pues lo mismo son el pensar y el ser» (DK 28, B3). El espacio de la mente rebosa de ductilidad, y es tan maleable como para adaptarse de continuo, en sus lenguajes y en sus categorías, a los desafíos intelectuales que plantea lo real.

30. Sabemos que nuestra descripción matemática de la realidad no puede ser completa por al menos dos razones: en primer lugar, los modelos emplean ecuaciones diferenciales, pero nuestro conocimiento de la materia ha revelado la discontinuidad que existe en los niveles fundamentales de la naturaleza. En segundo lugar, la utilización del lenguaje matemático nos obliga a distinguir entre igualdad formal e igualdad material. Cuando en las ecuaciones de campo de la relatividad general aparece el número π o en la ecuación de Schrödinger contemplamos el número imaginario i , es evidente que la noción de igualdad ha de interpretarse como equivalencia entre objetos puros del pensamiento, abstracciones que no tienen por qué disfrutar de independencia ontológica en el ámbito de la naturaleza.

31. La cristalización matemática de las categorías físicas constituye la aproximación más profunda y afinada que posee la mente

humana para entender el universo, pero solo en el límite asintótico en cuya idealidad los objetos materiales convergiesen con los objetos puros del pensamiento sería correcto sostener que un miembro de la ecuación es estrictamente igual al otro.

32. Tres son, sustancialmente, los tipos de patrones de racionalidad que la mente ha identificado en la naturaleza:

32.1. *Las partículas elementales*: el modelo estándar de la física discierne tres clases fundamentales de partículas, que son los fermiones, los bosones gauge y el bosón de Higgs. Cada partícula se halla dotada de unas propiedades perfectamente definidas (masa, carga, color...), cuyo valor, aunque quepa discutir si permanecerá inalterable o sucumbirá a modificaciones, en general puede considerarse establecido irrevocablemente por la naturaleza. ¿Por qué estos valores y no otros? Además, las partículas se hallan inextricablemente vinculadas entre sí; no son brotes superfluos o redundantes, sino ramas unidas a un tronco que hunde sus raíces en las leyes más profundas de la naturaleza.

32.2. *Las leyes de la naturaleza*: si las partículas elementales constituyen los ladrillos del cosmos, las leyes representan el cemento que traba los distintos elementos enlazados en el fabuloso edificio de la naturaleza. Sabemos que las partículas mediadoras de la fuerza, los bosones, se encargan de transmitir las interacciones fundamentales que rigen el comportamiento de la materia. Sin embargo, carecemos de una unificación satisfactoria de, por un lado, el electromagnetismo, la fuerza nuclear débil y la nuclear fuerte y, por otro, la gravedad. Esta última, bellamente descrita por esa síntesis de mecánica y geometría que articula la teoría general de la relatividad, es la más elusiva de todas. La gravedad exhibe un carácter especial, prácticamente irreductible, porque sus componentes definen propiedades en el espacio-tiempo. A diferencia de lo que sucede con el electromagnetismo, en la gravedad el espacio-tiempo desempeña un papel activo, lo que dificulta en grado sumo su armonización con las otras interacciones fundamentales.

32.3. *Las constantes fundamentales de la naturaleza*: no deja de maravillar a toda mente atenta la presencia de constantes cuyo valor, casi con absoluta seguridad, no se altera nunca

en el universo. Estas cantidades, ajenas al influjo del espacio y al hechizo del tiempo, vertebran los conocimientos físicos disponibles y aparecen inevitablemente en las ecuaciones que delinean el devenir de la naturaleza. ¿Por qué existen unas constantes, como la de gravitación universal y la de Planck, en lugar de otras? ¿Descubriremos nuevas constantes? ¿Cuál es la más básica y de qué modo preciso se derivan las restantes? En los inicios del universo, en la aurora de estos patrones de racionalidad inmutables a lo largo y ancho del cosmos, ¿qué constantes gobernaban la naturaleza?

33. No podemos saber si la descripción de la naturaleza que hemos conquistado en el presente agota cualquier posible explicación ulterior de los distintos dominios de la naturaleza. La experiencia histórica debería infundirnos un sentimiento de humildad, antitético a toda arrogancia apresurada, pero no por ello disuasorio a la hora de admirar los logros del intelecto humano en su búsqueda infatigable de la verdad. Pues, por ejemplo, hasta bien entrado el siglo xx se pensaba que solo existían dos fuerzas fundamentales: la gravitatoria y la electromagnética. Pocos imaginaban que otras dos interacciones básicas yacían aún ocultas en las intimidades de la materia. Aunque hoy contemos con una teoría capaz de unificar tres de las cuatro fuerzas fundamentales de manera satisfactoria (en virtud de la integración de mecánica cuántica y relatividad especial que subyace a la teoría cuántica de campos), estas interacciones operan mediante mecanismos específicos y gozan de cierta autonomía, sobre todo cuando contemplamos sus manifestaciones más señeras. ¿Quién se atreve a excluir la posibilidad de que la ciencia elucide en el futuro otras interacciones fundamentales? Y si este escenario ya ha acaecido en la historia de la física, ¿por qué no podría afectar también a la biología y a la neurociencia?

34. Con altísima probabilidad, nuestro conocimiento de la naturaleza es siempre imperfecto y sujeto a error. Los modelos explicativos que hoy empleamos para describir la estructura y el funcionamiento de la naturaleza poseen límites claros, de los que somos conscientes, indicios de su incompletitud.

35. Sin embargo, las leyes fundamentales que la mente ha logrado identificar en las principales parcelas de la realidad apuntan a tres grandes ámbitos conceptuales.

36. Podemos distinguir tres clases básicas de leyes de la naturaleza: *leyes de conservación* (dominio físico), *leyes de selección* (dominio biológico) y *leyes de unificación* (dominio psicológico).

37. Desde estas categorías es posible edificar una nueva metafísica, amparada en una *visión evolutiva* de la realidad cosmológica, biológica y psicológica.

38. En el cosmos previo al surgimiento de la vida, esta evolución se plasma como despliegue de la materia en el espacio-tiempo según estrictas leyes de conservación y simetría (sintetizadas en el teorema de Noether). Con el advenimiento de las primeras formas de vida, se impone un principio selectivo, que garantiza la supervivencia de las formas mejor adaptadas a su entorno y la evolución del árbol de la vida. Gracias al desarrollo del sistema nervioso y de la mente autoconsciente, adquiere la connotación de un fenómeno cultural, cuyo pilar remite a la imaginación como posibilidad de concebir lo nuevo y de unificar lo diverso.

39. Las tres nociones (conservación, selección y unificación) no son estrictamente discontinuas. Analizadas en profundidad, las tres categorías guardan una íntima correspondencia.

40. Cabe trazar una estrecha analogía entre, por ejemplo, un principio como el de la acción estacionaria en física (la integral de acción de una partícula adquirirá valores extremos, máximos o mínimos, de modo que el valor de la acción sea estacionario) y la idea de selección natural, mecanismo que busca obtener un punto óptimo en la relación entre las variaciones genéticas y el ecosistema. Por su parte, unificar, integrar percepciones en una conciencia unitaria de la realidad externa e interna al sujeto, implica optimizar simultáneamente el valor de la información que llega del mundo y el de la confeccionada por el propio sujeto, con el objetivo de reducir la multiplicidad fenoménica a la unidad consciente.

II. LA METAFÍSICA Y LAS LEYES DEL PENSAMIENTO

41. ¿De dónde dimana nuestra lógica? La opción más verosímil consiste en afirmar que la lógica de la mente humana deriva de nuestra interacción con el mundo.

42. Contamos con evidencias abrumadoras de que la mente *ha evolucionado* desde estadios menos complejos.

43. Kant se afanó en probar que la mente humana posee un aparato de categorías apriorísticas que no se inducen de la realidad. En su *Crítica de la Razón Pura*, las dedujo de los modos posibles de juzgar. Pero ¿por qué contamos con estas (sustancia, accidente, causa, efecto...) y no con otras categorías? ¿Por qué discurren nuestros juicios de la forma en que lo hacen? Gracias a la neurociencia y a un entendimiento más profundo de los procesos evolutivos, nos hemos encaramado a una plataforma incomparable desde la que esclarecer este misterio y sustentar biológicamente los fundamentos de la lógica.

44. A tenor de nuestro conocimiento de la evolución biológica, es bastante improbable que el elenco de categorías empleado por el cerebro humano en su exploración del mundo haya surgido de una vez por todas en un momento ignoto del pasado y por causas recónditas. Resulta poco plausible pensar que, en un momento de la historia natural, alguien insufló en las almas de nuestros ancestros la arquitectura lógica que ha llegado hasta nosotros por arcanos mecanismos de transmisión genética.

45. Es mucho más sencillo suponer que la lógica procede del mundo y refleja mentalmente la ordenación que preside el universo. Una lógica descendida de un cielo eterno e incorruptible, aderezado con verdades permanentes, no explica el origen evolutivo de la inteligencia. Además, consagra nuestro instrumental lógico como perfecto e irrefutable.

46. La emergencia gradual de sus facultades psíquicas ha permitido a los seres humanos percatarse de determinadas verdades lógicas que tomamos como evidentes por sí mismas (por ejemplo, el principio de no contradicción). Esta ley nunca dejará de cumplirse, de la misma manera que el teorema de Pitágoras nunca se despojará de su carácter verdadero en el contexto de la geometría euclídea.

47. Las leyes fundamentales de la lógica, pilares de su autoconsistencia, constituyen axiomas de cuya sujeción no puedo sustraerme, pero nada garantiza que, en un futuro, la mente no escrute nuevas leyes e incluso relativice el campo de aplicación de las anteriores, gracias a contemplar situaciones más sofisticadas. Este fenómeno ensancharía apreciablemente el alcance de nuestra imaginación «lógica».

48. Conforme evolucionan la filosofía, la lógica y las matemáticas nos percatamos de que no existe «una geometría», ni

«una lógica», ni «una metafísica», sino que, en función de los axiomas de partida, obtenemos distintas geometrías e incluso diferentes lógicas.

49. La incipiente lógica de especies animales cercanas a la nuestra corona una cima formidable con el nacimiento del hombre, pero no existe ninguna razón concluyente para defender que con ella culmina toda lógica posible. Trabajos como el de Georg Cantor, que ampliaron admirablemente nuestro concepto de infinitud y trascendieron con la razón la imaginación humana, así lo sugieren. Nada me conmina a imaginar el mundo de una forma única e inexorable.

50. En incontables ocasiones, lo que consideramos «sentido común» o evidencia lógica apodíctica responde a la pobreza de nuestra fantasía y al precario avance de la investigación. Nadie puede descartar que los lógicos y matemáticos del futuro desvelen nuevos sistemas axiomáticos cuyos edificios, desde bases divergentes, desemboquen en conclusiones capaces de desconcertar la intuición humana y de expandir el difuso círculo de lo concebible. La verdad permanente no reside en la elección necesaria de tales o cuales axiomas, sino en el lazo inderogable que siempre se instaure entre un axioma y sus consecuencias lógicas. Se trata, eso sí, de una verdad «relativa» a la conexión entre axiomas e inferencias legítimamente derivadas de ellos, por lo que resulta muy complicado probar que refleje una especie de mundo lógico eterno e inmutable, trasunto de una porción de realidad enajenada del acontecer natural del universo.

51. *Los principios supremos de la lógica*, como el de identidad y el de no contradicción, son analíticos (es decir, en ellos el predicado está contenido en el sujeto; son juicios de la forma $x \in S \rightarrow P(x)$, donde S es el conjunto que representa al sujeto y $P(\dots)$ es la función que asigna un predicado al argumento), del tipo «no hay una persona alta que no sea alta». Por tanto, su formulación no exige apelar al espacio y al tiempo. El principio de identidad simplemente indica que un predicado no puede pertenecer y no pertenecer a un mismo sujeto.

52. En lo que respecta a su origen evolutivo y «preformalizado», es verosímil pensar que estos principios supremos de la lógica expresan mentalmente lo que captan los sentidos al interaccionar con el mundo físico: un continuo espaciotemporal,

cuya imbricación me impide sostener que, en el mismo lugar y en el mismo tiempo, una cosa sea y no sea la misma. Pero si hiciera abstracción del espacio y del tiempo, en un etéreo infinito que se diluyese sin cesar, siempre podría superponer una cosa y su contraria, pues nunca coincidirían exactamente en un punto y en un instante, dado que en lo infinito todo cabe, y en sus dominios todo es posible.

53. La lógica humana brota de experiencias finitas y preformalizadas; remite a nuestra incardinación en un mundo espacio-temporal, finito. La idea de negación, por ejemplo, guarda un notable paralelismo con una observación común: en un mismo lugar constato que algo comparece y que, en otro momento, desaparece. Pero solo puedo percatarme de este hecho gracias a la dimensión temporal, al devenir, a la finitud, a la mutabilidad, no a una hipotética permanencia plasmada en la irrevocabilidad de las leyes primordiales de la lógica.

54. Por tanto, lo más probable es conjeturar que la lógica representa una construcción de la mente, como la matemática y el lenguaje, propiciada por la evolución biológica del sistema nervioso.

55. *La esfera trascendental*, ese ámbito de condiciones de posibilidad del entendimiento entronizado por la teoría del conocimiento kantiana, solo refleja entonces el grado de desarrollo de la conciencia de sí mismo y del mundo que posee el ser humano. Puede perfeccionarse, retroalimentada por el propio mundo: lo hizo en el pasado y es probable que continúe haciéndolo en el futuro.

56. No es plausible conjeturar un aparato lógico distinto al que ostenta la mente humana, pero no porque la lógica sea preexistente e irreformable, sino a causa de la inexistencia de otro universo más allá del que aprehenden nuestros sentidos. Pues incluso si admitiéramos la existencia de multiversos, ¿qué leyes los gobernarían?; ¿cómo podríamos demostrarlas?; ¿sería falsable toda alusión a ellos?

57. Como el aparato lógico del hombre remite, históricamente, al propio mundo y al modo ineluctable en que se manifiesta ante nosotros, difícilmente podré alterar mi lógica —pues es imposible modificar la naturaleza del mundo, sus leyes más profundas—, aunque sí lograré ampliarla y aquilatarla. Por ejemplo, discusiones

contemporáneas sobre el significado de la mecánica cuántica y de ciertas paradojas (como la paradoja Einstein-Podolsky-Rosen) han planteado interesantes preguntas que quizás nos obliguen a matizar las acepciones tradicionales de leyes lógicas como el principio de no contradicción, o, al menos, las ideas de tiempo y espacio, tan íntimamente ligadas a los orígenes de esta ley suprema del pensar humano.

58. La mente reproduce el mundo con sus características. No las puedo deducir mediante una investigación sobre la estructura de mi pensamiento (como pretendiera el idealismo), sino que he de descubrirlas empíricamente.

59. En toda categoría que empleemos para abordar los esquivos dominios de la mente siempre encontraremos, en su raíz histórica y preformalizada, un referente mundano: el sentido de la lógica tiene como referente el mundo.

60. Esta conclusión se manifiesta de manera diáfana cuando nuestros enunciados versan sobre el mundo, pues cualquier término de mis proposiciones —así como su propia estructura— tratan de reflejar las evidencias empíricas adquiridas por los sentidos.

61. Incluso cuando mis enunciados son autorreferenciales, o cuando solo versan sobre mi mundo interno, mi lógica, mi subjetividad; incluso cuando mis proposiciones son autoconstruidas y no remiten al mundo, sino que tan solo esbozan ingeniosos juegos mentales, me basta descomponer su sentido para acceder a sus elementos básicos y advertir que las piezas del rompecabezas siempre aluden, en sus términos más primitivos, al mundo. Nociones tan volátiles y seductoras como las de «nada», «no» o «infinito» tienen que haber sido entonces confeccionadas en el espejo del mundo. Objetivarlas en un mundo trascendente, como ambicionaba Platón, oculta su verdadera naturaleza: la de reproducir creativamente la estructura del mundo.

62. En términos más generales, solo hay opuestos, dualidad, verdad y falsedad, bondad y maldad, en el mundo que fragua la mente humana. El universo físico se cierra sobre sí mismo, porque constituye su propio sentido y su propio referente.

63. Las elaboraciones del espíritu establecen una dicotomía, un segundo mundo, una nueva instancia que, aun ligada al mundo, se aliena de su acontecer y esculpe su propio mundo. Al existir doble referencialidad, caben alternativas, pues mi mundo puede o

no coincidir con el mundo (de aquí brota la distinción entre lo verdadero y lo falso). Puedo entonces sumirme en una contradicción, porque puedo fabricar un mundo en el mundo, como por ejemplo la necesidad de actuar según cánones éticos que no encuentran un referente directo en el proceder habitual de la naturaleza.

III. LA RELACIÓN DE CONSECUENCIA LÓGICA Y LA IDEA DE CAUSALIDAD

64. La relación de consecuencia lógica revela una analogía esclarecedora con la ley de causalidad que ordena el mundo físico.

65. Por devastadoras que parezcan las críticas de Hume, la idea de causalidad no ha sido desterrada de la filosofía. Tampoco es necesaria reintroducirla como categoría *a priori* del entendimiento, a la manera en que lo hace Kant. La causa puede concebirse como la expresión de los intercambios energéticos entre las distintas conformaciones que adopta la materia.

66. La causalidad converge entonces con la acción física, con el producto de la energía por el tiempo o del momento por la distancia, y remite a las transformaciones energéticas que subyacen al desplazamiento espaciotemporal de los cuerpos.

67. Por tanto, la idea de causalidad no constituye una vacua elucubración metafísica; simplemente expresa la conexión energética que une todos los elementos del mundo. Lo que llamamos «causal» transparenta el itinerario de los intercambios energéticos entre los distintos cuerpos, acciones generadoras de desplazamientos espaciotemporales. Evoca, por tanto, principios termodinámicos cuyo fundamento último quizás estribe en sencillas reglas de simetría.

68. La inseguridad ante el futuro se desvanece entonces, porque en cuanto conozco la estructura profunda del universo, mi poder predictivo se acerca asintóticamente a ese límite de perfección que bendeciría a un intelecto laplaciano. Por supuesto, la incertidumbre cuántica me impide determinar por completo el destino del universo, pero precisamente porque la ciencia se ha sumergido en una investigación honda y rigurosa de la estructura del cosmos ha sido capaz de desentrañar esta indeterminación básica, cristalizada en ecuaciones que, de alguna manera, la delimitan (o —por paradójico que resulte— la determinan: la regla de Born nos dice que

el cuadrado de la magnitud de la función de onda de una partícula — $|\psi(x, y, z)|^2$ — es proporcional a la densidad de probabilidad de encontrar esa partícula en cada punto del espacio en un instante dado).

69. El comportamiento caótico que manifiestan algunos sistemas altamente sensibles a minúsculas alteraciones en sus condiciones iniciales no invoca una incertidumbre fundamental como la que recoge el principio de Heisenberg, por lo que no sella —al menos de manera tan clamorosa y en ocasiones desazonadora— los pórticos de nuestra comprensión de la naturaleza.

70. Sería engañoso hipostasiar la causalidad, como si esta ley habitase en su propio orbe de inteligibilidad divina y rigiese el devenir del universo desde sitios intangibles, pues simplemente trasluce una evidencia: las estructuras materiales que conforman el mundo interaccionan mediante permutaciones de energía.

71. Del mismo modo, el poder que vertebra las relaciones de consecuencia lógica deriva del análisis, de la fuerza de una premisa correctamente formulada. Como la premisa goza de consistencia, esta propiedad se preserva, por razones de transitividad (o «energía conceptual»), en las inferencias que de ella obtengamos.

72. La lógica, en definitiva, replica mentalmente el mundo, el funcionamiento del universo. De manera quizás no tan metafórica, cabe decir que la lógica es el mundo asimilado, es termodinámica mental, porque se ciñe a plasmar las reglas operativas que gobiernan el universo, cuyo fundamento preformalizado apela a los principios básicos de la termodinámica, esenciales para comprender las transformaciones de la energía.

73. Es la naturaleza quien proporciona la norma de toda lógica. El universo es su propia ley, pero la mente humana necesita escindir ambas esferas y distinguir los elementos de las reglas operativas que versan sobre ellos.

74. Es asombroso que el universo no cambie de norma, y si mule acatar sumisamente unas reglas que, pese a encontrar su fundamento último en el propio universo, en su *factum* inapelable y no en un derecho externo, jamás se enmiendan. Solo un estudio más profundo de la evolución del universo y de sus instantes iniciales nos permitirá entender si estas leyes, constantes y partículas han marcado el devenir del cosmos desde su principio más remoto o si son simples funciones de esa misteriosa entidad llamada tiempo, que pasaría a ser la guía y maestra de la naturaleza.

75. Resplandece así la visión de una continuidad entre, por un lado, la evolución racional del universo, de acuerdo con patrones plasmados en la constelación de partículas, leyes y constantes que lo gobiernan, y, por otro, el desarrollo racional de la cultura humana, que a lo largo de la historia se ha afanado en descubrir destellos de esa racionalidad y en aplicarlos al dominio consciente sobre el mundo y sobre la vida psíquica del hombre.

IV. IDENTIDAD, NEGACIÓN Y UNIÓN

76. Las leyes del pensamiento se condensan en las reglas operativas básicas de nuestro aparato lógico. En analogía con lo que hemos sugerido a propósito del mundo prehumano, nuestra mente trabaja con tres grandes categorías lógicas: *identidad*, *negación* y *unión*. Estos principios globales constituyen el correlato mental de los tres campos semánticos fundamentales elucidados en los ámbitos físico, biológico y psicológico.

77. Kant acierta al sostener que la mente humana emplea unas reglas operativas básicas. Sin embargo, el alcance de este «programa de investigación» congénito a la mente solo nos lo puede ofrecer el propio mundo. La única fuente plausible de la que podría haber brotado ese elenco de categorías básicas es la interacción del hombre (o de algún ancestro suyo) con el mundo, por lo que en realidad es empírico (no puro, como ansiaba el filósofo de Königsberg), aunque luego se formalice como juicio analítico y no como elaboración sintética.

78. Si nos sentimos inclinados a contemplarlo como un conjunto inmodificable, este poderoso sesgo hacia la rigidez se deberá a las limitaciones de nuestra experiencia del mundo: cuanto mayor y más profunda es mi experiencia del mundo, menos rígidos se me antojan los conceptos fundamentales de mi pensamiento.

79. En los albores de nuestra racionalidad, cuando nuestro conocimiento de la complejidad del mundo era aún escaso y precario, categorías enormemente rígidas filtraban nuestra imaginación de lo real y de lo posible. Conforme aumentamos y perfeccionamos nuestra experiencia del mundo, ese esquema se amplió —con frecuencia, de forma inconsciente—, y los conceptos elementales de la mente se hicieron más dúctiles. Es el mundo el factor selectivo.

80. Gracias a la ciencia, nuestra imaginación teórica se ha multiplicado exponencialmente, y hoy sondeamos nociones que hace siglos habrían desafiado a las inteligencias más luminosas.

81. Persisten unas categorías irreductibles, de las que ni el visionario más audaz puede despojarse: las de *ser* y *no-ser*.

82. Esta fatalidad no responde a una restricción fijada por el hombre, sino a la estructura ineluctable del mundo. Como no podemos cambiar el ser mismo del mundo, estamos abocados a valernos de unas categorías básicas de las que solo podríamos desasirnos en el improbable —o más bien inviable— caso de que subvirtiéramos radicalmente el mundo y las leyes fundamentales que lo gobiernan.

83. Las categorías primarias derivadas de nuestra experiencia del mundo se refinan gradualmente. Nada impide que se ramifiquen en modos de juzgar más sofisticados según la parcela de la realidad sobre la que se apliquen. Sin embargo, sus bases se revelan tan inexpugnables como la estructura misma del universo y la inviolabilidad de sus leyes fundamentales.

84. En esencia, estas leyes, sucintamente plasmadas en los principios de la termodinámica, pueden resumirse en dos grandes grupos:

84.1. El primero versa sobre la *identidad* de los objetos que componen el mundo. Incluso en sus manifestaciones más rudimentarias, la experiencia nos informa de que en la realidad muchos cuerpos *permanecen* idénticos a sí mismos. La noción metafísica de «sustancia», muchas veces vaga y de dudoso potencial explicativo, evoca la intuición de que algo permanece; de que, en el conjunto de fenómenos del mundo, una fracción señalada de sus elementos preserva su identidad y resiste cualquier tentativa de cambio relevante. El correlato termodinámico de la idea de identidad, de la noción de permanencia de un objeto en su propio ámbito ontológico, viene dado por la ley de la conservación de la energía.

84.2. Sin embargo, la propia termodinámica es incapaz de dar cuenta de los fenómenos del universo si solo se ampara en el principio de conservación. Muy pronto se hizo patente la necesidad de añadir un segundo principio que incluía una misteriosa magnitud, bautizada por Clausius como «entro-

pía». Los avances teóricos en termodinámica y en física estadística (muchos de ellos debidos a Boltzmann) contribuyeron a interpretar la entropía como una medida del desorden que existe en el seno de un sistema, y el inexorable incremento de esta cantidad inspiró una analogía profunda y esclarecedora con el concepto de tiempo. Así, Eddington se refirió a la segunda ley como «la flecha del tiempo», por cuanto impone una asimetría, una irreversibilidad entre un suceso y sus consecuencias: si la entropía siempre ha de aumentar en cualquier transformación espontánea, entonces el universo viaja en una dirección irrevocable, y el tiempo es real. Si el desorden pudiera decrecer espontáneamente, un sentido u otro del tiempo gozarían de las mismas posibilidades de realización, y un sistema podría regresar al pasado sin topar con límites infranqueables que lo empujasen hacia el nebuloso porvenir. Pero la idea de tiempo, de cambio entre lo anterior y lo posterior, sugiere también la noción de *diferencia*.

85. Si la primera ley apuntaba al concepto de *identidad*, de permanencia de un objeto en sí mismo —o al menos de partes significativas de su estructura—, el segundo principio de la termodinámica se halla íntimamente relacionado con la idea de diferencia, de límite entre un estado y otro, lo que quiebra esa aparente y rígida unidad expresada con la noción de «permanencia». Si lo idéntico cambia, entonces establece una diferencia consigo mismo, adopta nuevas manifestaciones, «se niega». La idea de diferencia no puede separarse del concepto de negación. En su forma lógica básica, apela por tanto al «no-ser», así como la de identidad remitía al «ser».

86. Dos leyes fundamentales de la naturaleza subyacen así a las dos categorías primordiales que emplea nuestra mente para explorar el mundo y entenderse a sí misma: ser (identidad, permanencia, afirmación) y no-ser (diferencia, cambio, negación).

87. Junto a esta dualidad primigenia figura un vasto y potencialmente infinito espectro de relaciones: el plano de *lo posible*.

88. No se trata, por tanto, de una dualidad tan rígida como la que imaginó Parménides en su famoso poema, pues las ideas de «ser» y «no-ser», de identidad y diferencia, admiten incontables conjugaciones, proceso que desemboca en un elenco mayor de juicios posibles.

89. Las categorías básicas no son entonces doce, como pensaba Kant, sino tres: ser, no-ser y posibilidad (o variables de relación entre el ser y el no-ser). Las demás surgen como ramificaciones de esas tres categorías iniciales, y no pueden situarse al mismo nivel.

90. Si partimos del ser, la posibilidad y el no-ser, por combinaciones oportunas llegamos a las otras categorías kantianas. Por ejemplo, las nociones de unidad, pluralidad y totalidad simplemente se refieren a los grados de relación entre el ser, la posibilidad y el no-ser: el ser considerado en sí mismo (o el no-ser) es necesariamente unitario; si se contemplan grados de posibilidad entre el ser y el no-ser, se evoca ya una pluralidad ontológica, mientras que si se abarcan todos los grados potenciales entre el ser y el no ser, emerge la idea de totalidad. Por tanto, las categorías que Kant engloba bajo la denominación «cantidad» son enteramente reducibles a nuestras tres categorías primarias.

91. La *necesidad* es una categoría estrechamente unida a la idea de permanencia, de identidad (tal y como se colige de la forma lógica de las proposiciones analíticas: «A es A»; este enunciado es necesariamente verdadero; no puede sucumbir a la contingencia), pero no agota la esfera de inteligibilidad que ofrecen las demás categorías. Si admito la legitimidad lógica del cambio y de la diferencia, me pliego ante la autonomía de lo contingente, de lo que no se clausura en su propia identidad, sino que asume estructuras nuevas y con frecuencia imprevisibles. Para ser inteligibles, no todos los juicios exigen ser reducidos a las categorías de necesidad y universalidad.

92. La búsqueda de necesidad brota muchas veces de factores psicológicos. Sin embargo, también podría ocurrir que no hundiera sus raíces en los abismos de la psicología humana, sino en un entendimiento cabal de cómo es el mundo. En este caso, estaría plenamente justificada, pues sería fruto del hallazgo de patrones de comportamiento que describen, en sus rasgos generales, el funcionamiento del universo. Si conociera la estructura del mundo y fuera capaz de comprender cómo se imbrican sus partes y cómo se entretajan las repercusiones de unos elementos sobre otros, entonces lograría predecir pautas de conducta bastante ajustadas a la realidad. Está claro que nada garantiza que un objeto desasido de mi mano caiga siempre al suelo, pues cabe la acongojante pero inverosímil

posibilidad de que este cuerpo se comporte de modo distinto. Pero si consigo penetrar en la estructura del universo y desgranar por completo sus leyes físicas, me percataré de que una razón incontenible impele al objeto a precipitarse sobre la superficie de la Tierra.

V. LA INSERCIÓN DE LA MENTE EN LA NATURALEZA

93. No es plausible resolver el problema de la naturaleza de la mente y de su relación con el cerebro desde la pura filosofía. Si queremos entender cómo del cerebro surge la mente, lo más prometedor es una teoría neurobiológica y evolucionista.

94. La filosofía puede ofrecer una sólida base epistemológica y contribuir a criticar ciertas conclusiones científicas precipitadas, pero la esencia del problema es de naturaleza neurobiológica, y como tal ha de abordarse.

95. La posibilidad de reducir la mente a los procesos y estructuras cerebrales concomitantes radica en un hecho que no puede dejar de sorprendernos, dadas las profundas evocaciones de simplicidad, elegancia y armonía que conlleva: todo lenguaje neural, sea sensorial o motor, sea perceptivo o activo, se traduce siempre en una señal electromagnética. Yace aquí el lenguaje universal del cerebro.

96. Como consecuencia más reseñable, la integración de diferentes datos sensoriales viene garantizada por la existencia de un lenguaje universal, de un alfabeto general de todas las funciones mentales: sensitivas, perceptivas y relacionadas con el ejercicio mismo de las acciones del hombre.

97. En todo modelo sobre la mente humana es imprescindible prestar atención a al menos tres elementos fundamentales: la percepción del mundo externo, su asimilación (filtrada emocionalmente) por ese universo de interioridad que todos palpamos como algo inmediato para nuestra reflexión y la acción consciente derivada de nuestros pensamientos y de nuestras decisiones (por razones de simplicidad, dejaremos de lado los actos puramente inconscientes).

98. La clave de la percepción consciente reside en la sincronización de percepción y asociación: el factor clave es el tiempo más que el espacio (localización).

99. Existen, claro está, áreas especializadas, pero la conciencia, el pensamiento propiamente humano del que yo soy consciente (no solo una percepción compleja del entorno, sino una percepción compleja del entorno acompañada de la percepción de que soy yo quien percibe), implica esa sincronización.

100. La conciencia se halla íntimamente relacionada con el tiempo, no con el espacio. El problema sobre la relación entre los dos polos de un binomio que ha desafiado tantas tentativas de síntesis remite entonces a la esquivia correspondencia entre el espacio y el tiempo, misterio sobre el que la física de vanguardia seguramente desvele conclusiones insospechadas. El lenguaje entraña espacio (fonemas, su aspecto auditivo) en el tiempo: una representación desplegada temporalmente; sustenta su eficacia sobre una serie de paquetes de ondas sonoras transducidas en impulsos eléctricos.

101. El denominado «*binding problem*» se refiere a la dificultad de entender cómo es posible que el cerebro, receptor de estímulos sensoriales de índole diversa (visuales, olfativos, gustativos, táctiles...), obtenga una representación unificada. Otra dificultad, la que concierne a los *qualia* o cualidades secundarias, apela a la subjetividad de determinadas experiencias, aparentemente inasequibles a una comprensión objetiva.

102. Ambos problemas dimanen de un entendimiento incompleto de la naturaleza de la mente. Si reparamos en la relevancia incontestable de que todo lenguaje sensitivo se traduce siempre a un código de impulsos electromagnéticos, se desvanece el enigma de cómo explicar la unificación de los diversos estímulos sensoriales en una representación unitaria.

103. Toda la información se integra en una señal única que constituye la base de mi representación. Somos conscientes de algo cuando logramos concentrar nuestra atención sobre ese objeto del pensamiento. Solo si conseguimos filtrar la miscelánea de estímulos que impactan sobre nuestras mentes —ya provengan del mundo o ya sean producidos por nuestra propia subjetividad— adquirimos conciencia.

104. Esta admirable división de tareas, jerárquicamente distribuidas, diluye la pregunta por la instancia última de percepción, decisión o pensamiento: no existe una «neurona pontificia».

105. Entre las zonas posteriores (asociadas a la percepción), las áreas emocionales (la asimilación de la información en el sis-

tema límbico) y las regiones asociativas del córtex prefrontal se establece un triángulo que se retroalimenta de manera continua.

106. Ante un cierto estímulo, primero reacciono con una emoción determinada, que luego filtro conscientemente; pero esta depuración vuelve a ser cribada por las propias emociones que suscita mi mente. La tensión entre el objeto percibido, la emoción almacenada y el raciocinio que no desiste de buscar generalizaciones se convierte así en una dinámica fascinante. Su poder creador auspicia algunos de los hitos más sobresalientes que ha protagonizado la humanidad, y permite vislumbrar una respuesta a lo que Chomsky llama «el problema de Platón»: «Cómo conocemos tanto a partir de una experiencia tan limitada».

107. La conciencia, en definitiva, es lenguaje que se habla a sí mismo, o la percepción volcada sobre sí misma; una realidad de segundo grado.

108. Si la conciencia se encuentra estrechamente unida al lenguaje, es legítimo creer que sus habilidades semánticas consisten en una «sintaxis sobre la sintaxis». Como resulta verosímil suponer que la evolución ha conectado eficientemente las áreas de Broca y Wernicke, esta aptitud para coordinar de modo simultáneo talentos sintácticos y semánticos quizás esconda el secreto de la inteligencia humana.

109. Sin embargo, el problema científico y filosófico de la conciencia no se puede resolver mediante el análisis del lenguaje. El lenguaje no es el límite de mi mundo, sino la expresión de un contenido infinitamente maleable que, en potencia, puede siempre trascender todos los límites sintácticos establecidos por un lenguaje particular. La pregunta más profunda remite, por tanto, no al lenguaje, sino al pensamiento que transmite el lenguaje; a la semántica más allá de la sintaxis, al contenido más que a la expresión.

110. Conviene recordar que los conceptos creados por la mente yuxtaponen imágenes de manera jerárquica, y otorgan una primacía definitoria a aquellas características que ha observado con mayor frecuencia y que juzga acreedoras de una mayor relevancia.

111. Una mayor complejidad en el desarrollo biológico implica una mayor liberación de las estructuras corporales —especialmente las del cerebro—, lo que confiere mayor funcionalidad. Es entonces posible aprender, imitar, reflejar la complejidad del mun-

do circundante sin verse abocado a satisfacer una necesidad única que absorba toda la potencia de ese ente biológico. Su versatilidad se expande notablemente hasta abarcar múltiples tareas.

112. La conciencia no es una especie de potencia holística que permee el espacio o que vague fantasmagóricamente por dimensiones inasibles: no hay conciencia sin objeto. Ignoramos si la conciencia exige una serie de estructuras neurobiológicas concretas o si podría sustentarse sobre otros soportes (por ejemplo, circuitos electrónicos artificiales), pero la conciencia se refiere necesariamente a un objeto: soy consciente del mundo, de mí mismo, de mi dolor, de mi alegría, de mis deseos... Soy consciente de que conozco o de que ignoro, pero solo si presto atención a ese objeto: mi conocimiento, mi ignorancia...

113. No existen razones concluyentes para negar que, en un futuro no muy lejano, una computadora consiga reproducir el mundo interno de cualquier individuo mediante la correcta elucidación del código electromagnético que lo sustenta. Lógicamente, jamás agotaría todo su mundo interno, porque nunca —salvo que dispusiera de un poder de cálculo potencialmente infinito— lograría imitar todas las condiciones (genéticas, biográficas, espacio-temporales...) que han moldeado sus experiencias, pero postular una inconmensurabilidad entre la esfera de los *qualia* y las dimensiones objetivas del universo es a todas luces precipitado.

114. El problema de la inserción de la mente en la naturaleza apunta también al enigma de la *libertad*.

115. Existe una correlación, rayana en lo causal, entre el tipo de estímulo (es decir, la clase de decisión que afrontamos) y la información apilada en nuestro cerebro sobre las preferencias, gustos y expectativas que más nos embargan. Si ese estímulo supera un umbral de información, desencadenará una respuesta específica en la que se integrarán diversas vías, muchas veces antitéticas e incluso irreconciliables: emociones, racionalidad, compromisos previamente adquiridos con unas ideas u otras...

116. No cabe un símil mecánico para explicar la libertad, porque no se asemeja a una concatenación de bolas de billar que, al imprimirse mutuamente fuerzas, se impulsan en una cascada de contactos, como entidades ajenas las unas a las otras: *el yo libre* es el conjunto de memorias y aspiraciones fraguadas a lo largo de los años, esencialmente mutables y en constante interacción con el ambiente.

117. Por tanto, el problema de una regresión infinita, del «primer motor inmóvil» que detone la magia de la elección libre, como un homúnculo atrincherado en el fondo de la subjetividad, se solventa apelando a la *sincronización* de áreas y funciones, a la unidad de tiempo en la que convergen memorias, expectativas y estímulos en continua retroalimentación. El *yo* puede entonces interpretarse como la sincronía funcional de diferentes áreas cerebrales ante un ambiente (externo e interno) determinado y por unidad de tiempo.

118. Tanto el *determinismo* como el *indeterminismo* globales son igualmente infalsables. El determinismo conduce a una paradoja: puede que sea ontológicamente cierto, pero es infalsable, pues eventualmente podría justificar cualquier contraejemplo desde criterios puramente deterministas. Si un determinista defiende que yo estoy abocado a elegir A frente a B, mas, al informarme de ello, opto por contradecirle y escojo B, él siempre podrá aducir que, en realidad, yo estaba predeterminado a seleccionar B antes que A, lo que se traduce en una continua e insoluble aporía, en un enroque en la posición inicial que impide contemplar nuevos horizontes. El indeterminismo también es infalsable, porque siempre podré esgrimir razones indeterministas o invocar la ignorancia para explicar el proceder concreto de un agente.

119. ¿Cómo encontrar la salida de este oscuro laberinto? Probablemente hayamos topado con una frontera epistemológica hoy por hoy inexpugnable, y debemos revisar conceptos tan esenciales para la comprensión humana del mundo como causalidad, determinación y libertad.

120. En cualquier caso, es importante recordar que la propia ciencia, en sus investigaciones sobre el universo, parte de opciones infalsables, de postulados primordiales inevitables, como la convicción apriorística de que el mundo es inteligible, premisa necesaria para embarcarse en la aventura del saber.

VI. EL CARÁCTER DEL CONOCIMIENTO HUMANO

121. Una teoría completa del conocimiento humano (esto es, de la información justificada) deberá integrar adecuadamente tres dimensiones:

121.1. Una *teoría de la información*: todo conocimiento entraña información, un contenido que versa sobre algo (el mundo externo, mi universo interno...), y es necesario elucidar en qué consiste y cómo se procesa.

121.2. Una *teoría de la conciencia*: el conocimiento humano es consciente, pues sabemos que sabemos. No nos limitamos a emitir informaciones ciegas e irreflexivas. Artículo esta convicción gracias al lenguaje, pero siempre palpita una conciencia concomitante a todo lo que conozco.

121.3. Una *teoría de la demostración*: conozco algo si soy capaz de justificar este saber, si puedo demostrar por qué lo conozco. Para ello, debo apelar principalmente a evidencias empíricas y a inferencias lógicas válidas. Pero ¿qué significa exactamente «demostrar»? ¿Cuáles son las condiciones de validez de una demostración? ¿En qué se asemejan y en qué difieren las demostraciones deductivas y las pruebas obtenidas por inducción? ¿Dónde encuentra el ser humano esa certeza cognoscitiva que con tanto desvelo busca?

122. Todas las facultades psíquicas del hombre acrisolan instrumentos de *asimilación* del mundo. Incluso en la creación de mundos imaginarios se perfilan tentativas de interiorización del mundo externo.

123. Una característica básica del conocimiento humano estriba en su capacidad de discernir *patrones globales* de comportamiento en el seno de la naturaleza. En lugar de concentrar su vigor en los detalles individuales (para cuya captación dispone de una fuerza bastante limitada en comparación con otros animales dotados de mejores sentidos), el ser humano identifica reglas generales que gobiernan fenómenos diversos.

124. Una importante habilidad del *Homo sapiens* reside así en la percepción de patrones y generalidades: de estructuras más o menos esparcidas por los distintos estratos de la naturaleza. Sin embargo, la capacidad más sobresaliente de nuestro cerebro —principalmente de su neocórtex— no reside tanto en el reconocimiento de patrones como en su vigor para combinarlos de manera prácticamente ilimitada.

125. En virtud de esas asociaciones, forzadas o aleatorias, el poder de nuestra imaginación se multiplica exponencialmente. Si tenemos en cuenta el procesamiento en paralelo de multitud de

áreas cerebrales, la posibilidad de armar construcciones racionales cada vez más sofisticadas se convierte en un fenómeno sencillamente prodigioso. Además, el alcance de cada patrón varía continuamente en profundidad y en extensión.

126. Un determinado sentido nos proporciona la imagen del mundo; con el conocimiento, ese lenguaje sensitivo (electromagnético) se organiza de tal manera que nos informa sobre los patrones de comportamiento del mundo. Esta facultad nos confiere un alto grado de independencia con respecto al estímulo concreto. Elude especificarse, pero siempre se vincula a imágenes concretas y superpuestas. Resulta entonces posible reflexionar, producir metalenguajes, porque existe una diferenciación estructural y funcional entre áreas receptoras de las percepciones (como la corteza cerebral en el lóbulo occipital) y áreas asociativas, «racionalizadoras», ubicadas en el córtex prefrontal.

127. Un desarrollo tan notable de la percepción de lo genérico muchas veces implica un anquilosamiento de otras habilidades no menos importantes, como la aprehensión de detalles sensitivos (registro térmico, sonoro...). Apremiada a interactuar con otros seres de nuestra especie y dotados de capacidades asociativas similares, nuestra mente se especializa en percibir esos patrones generales: amor, amistad, temor, confianza...

128. Conocer el mundo no significa otra cosa que conseguir asimilar sus estructuras y funciones en grados crecientes de sofisticación. El conocimiento y los procesos psíquicos empleados por el hombre son nuestras formas específicas de asimilar las realidades que comparecen ante nosotros.

129. La lógica y la ciencia han desvelado la existencia de dos *límites fundamentales* para el conocimiento humano. En terminología kantiana, cabe describir estas fronteras cognitivas de nuestra mente del siguiente modo:

129.1. *Un límite analítico*, plasmado en los dos teoremas de incompletitud de Gödel: «Cualquier sistema formal consistente dotado del suficiente poder como para fundar la aritmética tiene al menos una proposición no demostrable o refutable»; ese sistema tampoco puede probar si él mismo es consistente, es decir, es incapaz de demostrar que todas las proposiciones legítimamente deducidas de él se encuentran libres de contradicción.

129.2. *Un límite sintético*, condensado en el principio de incertidumbre de Heisenberg: «No puedo conocer con absoluta precisión y de manera simultánea dos magnitudes canónicamente conjugadas, como la posición y el momento de una partícula». Esta frontera señalada por Heisenberg entraña consecuencias profundas e incisivas para el desarrollo del conocimiento humano, pues afecta a categorías como las de «causalidad» y «determinación», nociones que habían desempeñado un papel prácticamente insustituible en nuestra visión científica del mundo.

130. El límite sintético puede cambiar, porque nunca alcanzaremos la seguridad plena de que una teoría científica se alce con el trofeo de la verdad completa sobre el mundo. Nuevos experimentos, nuevas observaciones y nuevos desarrollos teóricos puede que transfiguren nuestra comprensión de la naturaleza, al igual que la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica alteraron los pilares de la física newtoniana en los albores del siglo xx.

131. El primero de los límites es una de las verdades más profundas desentrañadas por el hombre y difícilmente será corregido, porque necesitaríamos una nueva lógica, una nueva mente y una nueva realidad para minar su esencia. Es inútil, por ende, rebelarse y pugnar ciegamente contra un obstáculo insuperable. Impuesto por la propia naturaleza de la lógica que gobierna la racionalidad humana, su inexorabilidad probablemente remite al orden inteligible del universo, a sus leyes y a la forma en que sus fenómenos se manifiestan ante nosotros.

132. Será entonces preciso elucidar cómo afecta al alcance del conocimiento humano, si compromete el desarrollo de la ciencia o si tan solo representa un caso tan extremo, tan alejado del escenario habitual donde se desenvuelve el esfuerzo humano por conocer, que en la práctica podemos soslayarlo. De hecho, es legítimo pensar que el hallazgo de Gödel no tiene por qué suponer un impedimento infranqueable para el deseo humano de conocer y de progresar en la acumulación de verdades sobre el mundo y sobre sí mismo, así como en su correcta integración. Más bien parece apelar a un caso límite, al que únicamente accedemos cuando penetramos en el complejo universo de los ci-mientos de la lógica.

VII. LA RAZÓN Y LA CREATIVIDAD

133. En el pináculo de todo modelo sobre la acción humana debe figurar la razón, como capacidad de sobreponernos incesantemente a la rapsodia de estímulos.

134. En la *conducta emocional*, el estímulo ejerce un poder muy directo sobre la respuesta; en el *comportamiento racional*, el sujeto establece mediaciones entre el estímulo y la respuesta, lo que le confiere un resorte de autonomía cuyos grados de libertad aumentan conforme adquiere mayores conocimientos, habilidades y experiencias. Por supuesto, nunca asistimos a conductas emocionales puras o a comportamientos racionales diáfanos, sino que ambas dimensiones de nuestra vida psíquica se hallan entrelazadas.

135. Incluso en las decisiones más prosaicas, mi conocimiento está restringido por factores externos e internos, y siempre topo con aspectos imponderables que condicionan mis elecciones. Sin embargo, la decisión que tome será racional con independencia de esos límites intrínsecos al conocimiento humano. La racionalidad alude a la forma, no al contenido, no a la materia de la decisión. Puedo tomar decisiones con escasez o con superabundancia de información, pero en ambos casos puedo efectuar elecciones irracionales. La omnisciencia, en definitiva, no es criterio de racionalidad.

136. Toda racionalidad es limitada, pero una característica fundamental de la razón consiste, precisamente, en su vigor para vencer cualquier sombra de irracionalidad.

137. El influjo de elementos ajenos a la razón llega a ser enormemente poderoso. Sin embargo, la reflexión puede siempre derrotar las presiones del sentimiento.

138. La *objetividad* pura quizás sea inalcanzable fuera del dominio de la lógica, las matemáticas y las ciencias de la naturaleza, donde el referente rebosa de claridad ante los ojos del hombre, y sobre cuya estructura pueden proyectarse categorías universales, no subsidiarias de preferencias individuales o de impresiones comunes.

139. Conforme logramos una visión más profunda del mundo y de nosotros mismos, nos percatamos de que, incluso en el acto de apariencia más compleja que llega a ejercer el ser humano, no concurren infinitos factores, inagotables diferencias que nos prohíban verter toda la potencia del análisis para elucidarlos. Tam-

bién en estas situaciones emergen regularidades en la conducta y repertorios de ideas compartidas que apuntan a una racionalidad genérica, victoriosa sobre las arbitrariedades del individuo.

140. La razón resplandece como el principal *aval ético* del ser humano. Solo viven en paz y armonía quienes se comprenden y aprenden a relativizarse a sí mismos, quienes anteponen la búsqueda de la verdad y la justicia a la satisfacción de sus propios y angostos intereses. Solo crecen éticamente quienes traspasan el estrecho mundo de su individualidad y se afanan en descubrir, en interrogar y en rasgar el velo de lo desconocido. Pero el conocimiento exige el uso de la racionalidad, y ni siquiera su hipertrofia, ni siquiera la evidencia de que esta facultad tan bella como desbocada ha engendrado monstruos y ha alimentado algunas de las ideas más sanguinarias de la historia, empañaría el legado de un Sócrates, un Newton o un Faraday, que tantos servicios han prestado al progreso de la humanidad.

141. El conflicto entre razón y creatividad se presenta como una contienda insoslayable, muchas veces imposible de dirimir. El punto óptimo entre originalidad y técnica, entre creación libre y articulación racional, es un reto universal. Sin las veleidades del individuo, sin la huella de su genio, sin su «irracionalidad», ¿habría coronado la especie humana cumbres creativas tan extraordinarias? Probablemente no, pues la racionalidad converge con la necesidad.

142. La creatividad es muchas veces deudora de la pujanza de *lo inconsciente*, retroalimentado por la atención consciente y focalizada, que selecciona los productos inconscientes. La imaginación se filtra racionalmente, y la actividad inconsciente constituye el tratamiento velado de conocimientos y pensamientos que hemos desarrollado de manera consciente y lúcida, pero que ahora yacen aletargados en las profundidades de una memoria tácita. Por tanto, pecaríamos de una enorme ingenuidad si, aupados precipitadamente sobre las conclusiones de la neurociencia afectiva, sostuviéramos que la razón se subordina de forma ineluctable a las emociones, y que todo ese fastuoso orbe de inteligibilidad que creemos haber construido con los tenaces esfuerzos del pensamiento objetivo y desapasionado ampara, después de todo, una ficción.

143. Si la razón lo aprehendiera todo, no existiría *la cultura* tal y como la entendemos, porque no conseguiríamos identificar

espacios auténticamente libres y creativos. No es evidente que un ser divino fuera libre. Sus ojos lo perforarían todo desde la óptica de la más absoluta necesidad. Mas el hombre, a medio camino entre el impulso y la razón, posee un privilegio del que ni siquiera un dios podría gozar: la ventaja de nutrirse de dos fuerzas divergentes pero armonizables.

144. La brillantez de una cultura se manifiesta en dos ámbitos principales: primero, en el plano de la eficiencia técnica y del conocimiento de las verdades objetivas sobre el mundo; segundo, en el fermento de su vida simbólica. La primera responde al desarrollo de la razón, de la necesidad, del implacable vigor de una lógica que trasciende las preferencias y aspiraciones individuales; la segunda obedece al despliegue de esos impulsos dispares y tantas veces enfrentados.

145. La razón une a los seres humanos en un espacio común, intachable e incorruptible; la emotividad, la rúbrica estampada por cada sujeto, el fino e irrepetible trazo que aporta cada individuo a la trama del universo y de la historia, baña cada cultura de libertad, ideal y creación. Cuando ambas se conjugan en la búsqueda de la perfección y del progreso, el ser humano conquista parcelas de la realidad y de su propia vida interior que le permiten esculpir mundos más allá del mundo deparado por la naturaleza o impuesto por la historia.

Apéndice I. Entre la ciencia y la filosofía: Sir Charles Sherrington y la naturaleza de lo mental

Los hallazgos del neuroanatomista español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) sobre la estructura del sistema nervioso abrieron un nuevo y brillante horizonte para el estudio científico del cerebro. Sir Charles Scott Sherrington⁷⁸ protagonizaría la etapa «ulterior», caracterizada por el progresivo esclarecimiento de la fisiología de las células nerviosas. A él debemos aportaciones pioneras a este campo, así como el término «sinapsis» (acuñado en 1897 a partir del griego *sinapsis*, «cerrar») para denominar el punto específico donde se comunican dos neuronas entre sí.

Era de esperar que un neurofisiólogo de la talla de Sherrington, quien albergó, en paralelo a su curiosidad científica, hondos intereses filosóficos, literarios e históricos, abordara en profundidad uno de los grandes interrogantes que aún hoy afronta la ciencia: la naturaleza de la mente humana⁷⁹. Ya en su *Rede Lecture* (establecidas en memoria de Sir Robert Rede, jurista del siglo XVI), titulada «The brain and its mechanism» y pronunciada en Cambridge el 5 de diciembre de 1933⁸⁰, Sherrington constata las dificultades asociadas a este problema, y muestra signos del planteamiento de tintes dualistas que caracterizará su propuesta filosófica. En palabras suyas, «las señales que entran en el cerebro no son mentales,

78 Para una biografía detallada de Sherrington, véase J.C. Eccles – W.C. Gibson, *Sherrington: His Life and Thought*.

79 Para una síntesis de los escritos filosóficos de Sherrington, véase A. Zeman, «Sherrington's philosophical writings. A 'zest for life'», 1984-1987.

80 Ch. S. Sherrington, *The Brain and Its Mechanism*.

como tampoco lo son las señales ejecutoras que generan. Pero la señalización que viaja a través de ciertas vías cerebrales (...) parece, por así decirlo, obtener energía mental, si bien la pierde de nuevo incluso antes de la penúltima vía de salida». ⁸¹

En su exposición, Sherrington reconoce que sus frecuentes alusiones a nociones como «energía mental», «experiencia mental» y «eventos mentales» suscitarán no pocas suspicacias entre los científicos, pero manifiesta reticencia a abandonarlas; apego este que perdurará en sus *Gifford Lectures*. Prefiere aventurarse a escrutar un posible mecanismo de correlación que mantenga la «realidad» de lo mental, sin subsumirlo en las estructuras y procesos neurofisiológicos subyacentes. La cuestión se refiere, como es lógico, al modo específico mediante el cual se lleva a cabo semejante «acoplamiento» entre lo mental y lo físico, porque, como él mismo admite en la citada conferencia, no existe indicio alguno de una diferencia fundamental entre las regiones no-mentales y las regiones mentales del cerebro en lo que concierne a las propiedades químico-físicas o a las estructuras microscópicas. Puede observarse cómo Sherrington insiste en la centralidad de lo «mental», hasta el punto de llegar a definir lo propiamente «físico» (o, como veremos más tarde, lo que incluirá bajo el denominado «principio energético») en oposición a lo mental. La «autonomía» de lo mental, o al menos su irreductibilidad, representa una constante en el pensamiento de nuestro autor. Este compromiso con la atribución de un cierto grado de sustancialidad a lo mental con respecto a lo físico goza de tal envergadura que, a su juicio, la incógnita sobre la interacción entre la mente y el cerebro no solo carece de una respuesta convincente, sino de una «base» sólida, sobre cuyos pilares teóricos pueda siquiera presagiarse una solución futura. La dificultad más acuciante estribaría, por tanto, en la «inconmensurabilidad» entre lo físico y lo mental. La negativa de Sherrington a despachar lo mental como un proceso físico de elevada complejidad le obligará a explorar alternativas al fisicalismo, tal y como examinaremos más adelante.

Las ideas de Sherrington fueron rápidamente contestadas por otro ilustre científico: el ruso Ivan Pavlov (1849-1936), también

81 Palabras citadas por J.C. Eccles – W.C. Gibson, *Sherrington. His Life and Thought*, 106.

ganador del premio Nobel de Medicina o fisiología (en 1904), y célebre por sus contribuciones al estudio del comportamiento animal (en particular de los reflejos condicionados). Pavlov, quien había recibido noticias de las palabras de Sherrington sobre la autonomía de lo mental pronunciadas en su *Rede Lecture*, criticó al británico en un seminario ofrecido en 1934.⁸² El eje de sus reproches gravita en torno a la insinuación de Sherrington de que esclarecer la relación entre la actividad mental y la nerviosa quizás desborde los límites de la ciencia. A juicio de Pavlov, este comentario abre la puerta, peligrosamente, a una actitud dualista: «¿Cómo puede ser que a día de hoy un fisiólogo dude de la relación entre la actividad nerviosa y la mente?», se interroga, retóricamente, Pavlov⁸³. Para él, esta posición es subsidiaria de «un concepto puramente dualista», que concibe el cerebro como un instrumento pasivo y el alma como el «agente» que pilota el cuerpo. Es preciso advertir, sin embargo, que de las palabras de Sherrington no se colige necesariamente una óptica dualista de esta clase. El dualismo de Sherrington posee, como veremos a continuación, un mayor refinamiento teórico. Se asemeja más a un interaccionismo (como el que exhibirán, décadas más tarde, Sir John Eccles y Sir Karl Popper). No conjetura la existencia de un «fantasma dentro de la máquina» (por apelar a la famosa metáfora de Gilbert Ryle)⁸⁴, sino que postula la irreductibilidad última de lo mental, de manera que la actividad consciente dimanaría de la «sincronización» de lo mental y de lo físico.

Será en sus *Gifford Lectures* donde Sherrington profundice en el problema mente-cerebro y ofrezca su propio modelo. Las conferencias sobre teología natural auspiciadas por el jurista escocés Lord Gifford (1820-1887), quien otorgó una relevante donación económica a las universidades de Edimburgo, Glasgow, St. Andrews y Aberdeen para «promover y difundir el estudio de la

82 Sobre las divergencias entre Sherrington y Pavlov en torno a la naturaleza de la mente, véase L. Volicer, «Relationship between physiological research and philosophy in the work of Pavlov and Sherrington», 381-392; R. Granit, «Interactions between Pavlov and Sherrington», 182-186.

83 Palabras citadas por J.C. Eccles – W.C. Gibson, *Sherrington. His Life and Thought*, 106.

84 G. Ryle, *The Concept of Mind*, 11-24.

teología natural en el sentido más amplio del término —en otras palabras, el conocimiento de Dios—», han reunido a la flor y nata de la filosofía, de la teología y de la ciencia del siglo xx. De entre la nómina de conferenciantes, destacan filósofos como William James, Henri Bergson y Alfred North Whitehead, teólogos como Karl Barth, Albert Schweitzer y Jürgen Moltmann, y científicos como Niels Bohr, Werner Heisenberg y Sir John Eccles.

Como escriben Eccles y Gibson, cuando Sherrington impartió las *Gifford Lectures*, a finales de la década de los '30, se albergaba confianza en la posibilidad de que «el hombre en todos sus caracteres mentales más señeros —pensamientos, imágenes, memorias, decisiones, creatividad en las artes y ciencias— fuera explicable, en último término, de modo materialista y determinista».⁸⁵ La perspectiva de un monismo materialista, capaz de reducir la multiplicidad del fenómeno humano a su fundamento material, desterraría, por tanto, la unicidad de nuestra especie, su supuesto «privilegio» en el seno del cosmos físico (cuya verosimilitud había alimentado, en gran medida, el discurso religioso, y había nutrido una conspicua parte de la reflexión filosófica). Sherrington, consciente de la magnitud de las esperanzas depositadas en una comprensión puramente materialista de la mente humana, que contribuyera a «afianzar» la unidad de la visión científica del mundo (gracias a excluir la hipotética «excepcionalidad» humana), pronunció sus *Gifford Lectures* con la intención de plantear preguntas de enorme trascendencia, interrogantes que quizás pusieran en tela de juicio la plausibilidad de esa tentativa de «reducción» de lo mental a lo físico.

Sherrington, quien dedicará una documentada biografía al médico francés Jean François Fernel (1497-1558), uno de los fundadores de la fisiología moderna (autor de *De Naturali Parte Medicinae*, de 1542, y uno de los grandes sistematizadores de la medicina renacentista)⁸⁶, utiliza la figura del humanista galo como uno de los hilos conductores que tejen la trama de sus ponencias. Para el científico británico, Fernel encarna un valioso ejemplo de una concepción armónica de la naturaleza y del espíritu, cuyos pilares quebrarán, de manera casi irreversible, con el advenimiento de la revolución científica y con la consolidación del espíritu de la

85 J.C. Eccles – W.C. Gibson, *Sherrington. His Life and Thought*, 111.

86 Ch. S. Sherrington, *The Endeavour of Jean Fernel*.

modernidad. En ocasiones, las palabras de Sherrington traslucen nostalgia por ese equilibrio perdido, que parecía no abocar ni al monismo ni al dualismo, aunque nuestro autor reconoce que resultaría vano aspirar a recuperar, a día de hoy, una unidad reminiscente de la que predominó en la mente medieval y de la temprana modernidad, pues esta no fue ajena a la superstición, así como a la ausencia de una indagación propiamente científica en la estructura y en el funcionamiento del universo material. Por otra parte, Sherrington cree que el progreso en la interpretación científica del mundo no tiene por qué apagar la llama de la sorpresa, del sobrecogimiento ante la belleza y la sofisticación que enardecen el universo, sino más bien avivarla. Cuanto más certeras y profundas se alcanzan las explicaciones que nos brinda la ciencia, más poder de fascinación se percibe en el engranaje de la naturaleza⁸⁷.

Para Sherrington, el concepto de energía constituye la categoría central de la ciencia, su gran principio unificador⁸⁸, cuyo alcance permite explicarlo todo en términos fisicoquímicos (la biología se reduciría, así, a procesos fisicoquímicos revestidos de mayor complejidad; no establecería, *stricto sensu*, un nuevo orden de lo real, en cuyo seno imperaran leyes sustancialmente distintas). Sin embargo, el «principio energético» no logra explicar la percepción subjetiva, el hecho de que yo perciba algo como «mío». Este momento de retorno, esta caracterización clásica de la conciencia como «vuelta sobre uno mismo», excede, a su juicio, los límites impuestos por la intelección científica del mundo, inspirada en el principio energético. En la contemplación del fulgor de una estrella, cuyo brillo colorea la inmensidad nocturna del firmamento, la ciencia nos proporcionará una explicación, en términos de patrones de energía, sobre cómo se produce su radiación, y sobre cómo, mediante una concatenación de procesos fotoquímicos, su luminiscencia genera en nuestro cerebro una imagen determinada, pero no revelará nuestra experiencia subjetiva en cuanto videntes de la estrella. La ciencia no puede penetrar en nuestra percepción, en lo que significa para cada uno de nosotros divisar la estrella en su centelleo⁸⁹. El esquema puramente energético que orienta la

87 Cf. Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 32-59.

88 *Op. cit.*, 229.

89 La cercanía de Sherrington con la posición que adoptará, décadas más

empresa científica aborda la estrella como un objeto de observación, no de percepción. No es apto para acceder a la experiencia mental, porque el acto mental no se palpa sensiblemente, sino que se experimenta subjetivamente. El *yo* no es un objeto. Su naturaleza subjetiva, privada, lo «oculta» para la observación empírica, pero no por ello deja de ser real. No consiste en una experiencia ilusoria, pues cada uno atesora vívidas memorias de su propio *yo*.

Para Sherrington, la mente no es susceptible de reducción a ninguna forma de energía (en la acepción «física» que subyace al concepto de «energía»; por tanto, toda apelación a una «energía mental» resultaría improcedente, si la noción de «energía» aquí empleada traspusiera la barajada por las ciencias naturales). La razón reside en la ausencia de espaciotemporalidad en los eventos mentales. Su inasibilidad, la incapacidad de experimentarlos en un tiempo y en un espacio (fenómeno que contrasta con su «realidad», con la efectividad de la conciencia, de las intenciones, de las voliciones...), implica que escapan, de un modo u otro, al dominio del principio energético. Se asemejan a entidades «infinitésimas», a límites asintóticos de los procesos materiales. Lo mental no obedece a una transformación de la energía, como en el caso de los eventos físicos. La ciencia no logra comprender lo mental desde los parámetros fijados por la noción de energía. Según Sherrington, en la cosmovisión científica, la mente parece proceder de la nada y retornar a la nada⁹⁰, en el sentido de que se antoja inasequible para una explicación puramente energética y evolucionista. Emerge misteriosamente desde lo no-mental, y cuando fallecen los individuos provistos de capacidades mentales, se sumerge en un enigmático y oscuro océano de nihilidad.

A la tentación platónica de concebir la mente como una entidad infinita aprisionada en un cuerpo finito, aherrojada en una estructura como la del cerebro, no sucumbe Sherrington, quien se cuida mucho de hablar de la «finitud» de la mente. Esta recuerda a una especie de punto focal en movimiento, que vaga, restringidamente, dentro de cada uno de nosotros⁹¹. La experiencia sensible no es

tarde, Thomas Nagel es patente (véase Th. Nagel, «What is it like to be a bat?», 435-450).

90 Cf. Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 209.

91 *Op. cit.*, 166-172.

capaz de acceder a esta mente finita. A diferencia de lo que sucede con la vida, explicable en términos puramente fisicoquímicos, sin la necesidad de apelar (como en el vitalismo) a un «principio» o entelequia vital que establezca una frontera infranqueable entre la esfera abiótica y el orden biótico, en el caso de la mente existe un auténtico abismo: el que separa lo causal, lo energético, lo determinado, de lo «intencional», de la clase de realidad en cuyo seno caben «fines». Es cierto que la «mente reconocible» (lo que normalmente entendemos por «mente»: sensaciones, cogniciones, voliciones...) surge siempre en conexión a actos motores, y, según Sherrington, hubo de evolucionar en paralelo a una gradual integración motora en aquellos organismos dotados de un sistema nervioso más complejo, pero persiste una «irreductibilidad», un «límite», aparentemente asintótico, que preserva la autonomía de lo mental con respecto al ámbito de lo físico.

Tanto René Descartes como Thomas Willis y el mismo Sherrington realizaron aportaciones esenciales a la reflexología, esto es, al estudio de las acciones involuntarias, pero es interesante percatarse de que estos tres grandes científicos se afanaron, tenazmente, en preservar la irreductibilidad de lo mental. En ningún momento propusieron explicar la actividad mental, ni la versatilidad del comportamiento humano, como resultados de procesos reflejos (en último término inconscientes), sino que les atribuyeron una autonomía sobre lo físico. La distinción entre lo mental y lo material es, para Sherrington, incuestionable. Con todo, nuestro autor sostiene que la experiencia mental, «aun totalmente dispar de todos los eventos materiales y por tanto del acto físico», no se desliga por completo de lo que él engloba dentro de la categoría de «principio energético»: lo mental y lo energético proceden, «de alguna manera», conjuntamente⁹².

Sin embargo, se requiere de ulteriores matizaciones, porque ¿adapta aquí Sherrington un paralelismo psicofísico *à la Leibniz*, tesis que postula una misteriosa sincronización de lo material y de lo mental decretada por una autoridad ignota? ¿Se adhiere a una posición determinista como la de Thomas Huxley (1825-1895), para quien lo físico condiciona inexorablemente lo mental, si bien

92 *Op. cit.*, 149.

lo mental goza de «autonomía entitativa»?⁹³ ¿Se refiere a un dualismo interaccionista clásico, como el de Descartes, o a uno más sofisticado, como el que propondrán Sir John Eccles y Sir Karl Popper? La posición de Sherrington no se esclarece con facilidad. La mente acompaña la acción motora, pero lo que le incumbe no es el acto, sino el propósito.⁹⁴ La mente, en definitiva, no corresponde a la materialización de la acción. El problema reside en el dualismo subyacente a este planteamiento. Si la mente se encarga de los «fines», de la teleología de la acción, ello se debe a que existe un profundo hiato entre lo puramente físico, regido por el principio de causalidad, y un enigmático universo mental en el que son posibles las «intenciones», los «propósitos», la «indeterminación». El concepto de intencionalidad de Franz Brentano (1838-1917)⁹⁵ y de numerosos autores de la escuela fenomenológica formula, con gran concisión, aquello a lo que alude Sherrington al invocar la categoría de «propósito».

Para Sherrington, la mente no pudo irrumpir *de novo* en la dinámica evolutiva de la vida: «La mente humana constituye un producto reciente por parte de nuestro planeta, generado por una mente que se encontraba allí desde mucho antes, y que suscitó la mente humana a través de transformaciones graduales de la mente previa».⁹⁶ En el párrafo anterior resulta inevitable contemplar la rúbrica de una posición pampsiquista: la mente «ha existido desde el inicio», al menos en paralelo a la materia, pero en virtud de un

93 Cf. Th. Huxley, «Bishop Berkeley on the metaphysics of sensation», en Th. Huxley (ed.), *Hume with Helps to the Study of Berkeley*, 251-252.

94 Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 170.

95 Una obra clave para la comprensión de la noción de intencionalidad en el pensamiento de Brentano es su *Psychologie vom empirischen Standpunkt*. Para Brentano, todo fenómeno mental viene caracterizado por una «intencionalidad», esto es, por una referencia a un contenido en forma de «objetividad inmanente». Existe, por tanto, una nítida distinción entre los fenómenos físicos y lo de índole mental. La idea de intencionalidad, de indudable valor en el estudio de la mente, suscita, sin embargo, no pocos interrogantes, porque establece una barrera, prácticamente infranqueable, entre *mi* experiencia del mundo, el mundo, y las experiencias ajenas del mundo. En cualquier caso, el concepto de intencionalidad remite al núcleo mismo del problema mente-cerebro.

96 Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 173.

mecanismo sumamente arcano ha convergido, en todo momento, con la evolución de la materia hacia cotas de mayor complejidad; desarrollo este que se ha traducido en la adquisición de un sistema nervioso más integrado. Se trata de una propuesta bastante similar a la de pensadores como el matemático y filósofo británico William Clifford (1845-1879)⁹⁷ y el paleontólogo y teólogo francés Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955).⁹⁸ Las dificultades saltan a la vista: ¿cómo aconteció semejante convergencia? ¿Cómo es posible que lo mental haya evolucionado en paralelo a lo físico? ¿Por qué solo se manifiesta cuando lo físico corona unos niveles de complejidad tan notables como los conquistados por la evolución de los mamíferos superiores? ¿Es legítimo aseverar que existe un psiquismo subyacente a todas las formas de vida, e incluso a las estructuras abióticas, que permanecería «latente» hasta la emergencia de los seres más evolucionados?

Pese a estas y a otras objeciones pertinentes a la propuesta de Sherrington, es preciso reconocer que el gran neurofisiólogo británico asume un pampsiquismo coherente con la teoría de la evolución. A diferencia de una idea «estática» de la mente, como la que parece inferirse de la obra cartesiana, Sherrington no tiene reparos en admitir una evolución de lo mental. Y, en efecto, si la visión científica del mundo natural posee, como uno de sus ejes vertebradores, el concepto de «evolución» de la vida (la evolución de la materia hacia formas más complejas, según los requisitos de adaptación que experimentan determinadas especies), el gran neurofisiólogo británico aplica esta noción también al esquivo universo de la mente. La evolución de lo mental sería tan incontestable como la de lo corpóreo. La mente humana se hallaría, de hecho, sumida en un estado de innegable incompletitud, sin que supiéramos si en algún momento alcanzaría algo así como una «consumación».⁹⁹

La inconmensurabilidad entre lo mental y lo físico se expresa en su divergente modo de operar. Mientras que lo físico obedece al «principio energético», esto es, a patrones de intercambio de energía (todo trabajo que se efectúe en el seno del mundo material

97 Véase W. K. Clifford, «On the Nature of Things-in-Themselves», 57-67.

98 Consúltese, en especial, su obra *El Fenómeno Humano*.

99 Cf. Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 260-294.

exige energía: esta es, precisamente, una de las dificultades más poderosas que encara toda perspectiva dualista), lo mental responde a una dinámica totalmente distinta. Los patrones de energía acaecen en el espacio y en el tiempo. Son dimensionales; por tanto, se «localizan» en un punto y en un instante. La mente no exhibe esta naturaleza dimensional. No se «encuentra» en ubicación alguna ni se palpa en un momento concreto. Los acontecimientos físicos y los eventos mentales no son, por tanto, reductibles los unos a los otros, porque el «yo» jamás se aprehende en una localización espaciotemporal específica. Este hecho, que a no pocos autores induciría a desdeñar la existencia de algo así como un «yo», para considerarlo una ficción,¹⁰⁰ brinda, para Sherrington, un argumento a favor de la autonomía de lo mental. La mente no puede proceder de la vasta evolución de la materia. No puede brotar de la no-mente. La evolución construye entidades provistas de mayor complejidad basada en lo que ya existe, pero la mente pertenece a una categoría «*sui generis*». No se asemeja a la energía física. Aunque haya evolucionado desde niveles revestidos de una menor complejidad, este proceso evolutivo parte ya de la mente, no de la materia. Hubo de subsistir una mente más elemental con anterioridad a que brotara una más compleja. La evolución cerebral, para Sherrington, «toma» la mente elemental y la desarrolla hasta niveles de complejidad creciente.

Los observadores críticos quizás aduzcan que Sherrington arriba a estas conclusiones como consecuencia de haber adop-

100 Esta parece ser la posición de Daniel Dennett en *La Conciencia Explicada: Una Teoría Interdisciplinar*, 289, quien cita unas conocidas palabras de David Hume, procedentes de su *Tratado sobre la Naturaleza Humana*: «En lo que a mí respecta, siempre que penetro más íntimamente en lo que llamo *mí mismo* tropiezo en todo momento con una u otra percepción particular; sea de calor o frío, de luz o sombra, de amor u odio, de dolor o placer. Nunca puedo atraparte a *mí mismo* en ningún caso sin una percepción, y nunca puedo observar otra cosa que la percepción (...). Si tras una reflexión seria y libre de prejuicios hay alguien que piense que él tiene una noción diferente de *sí mismo*, tengo que confesar que yo no puedo seguirle en sus razonamientos. Todo lo que puedo concederle es que él puede estar tan en su derecho como yo, y que ambos somos esencialmente diferentes en este particular. Es posible que él pueda percibir algo simple y continuo a lo que llama su *yo*, pero yo sé con certeza que en mí no existe tal principio».

tado una distinción demasiado rígida y abrupta entre lo mental y lo no-mental. Lo mental bien pudiera provenir de la paulatina evolución de la materia hacia manifestaciones más complejas. Sherrington replicaría que esta posición se ve obligada a negar la especificidad de lo mental, constreñido ahora a una especie de epifenómeno que se desencadena en los niveles más complejos de la organización material. En coherencia, lo mental debería «ubicarse» espaciotemporalmente, y tratarse desde la perspectiva del principio energético, de los intercambios de energía como motores que subyacen a la totalidad de los procesos del mundo material; postura esta, a su juicio, inadecuada para dar cuenta de la riqueza de los eventos propiamente mentales. No basta con acumular, aditivamente, células al cerebro para explicar la actividad mental: «La organización celular del cerebro puede representar la clave del secreto de su correlación con la mente, pero no parece que lo haga por la dotación mental individual de cada una de sus células constitutivas». Se aprecia aquí la proximidad entre las ideas de Sherrington y las de su eminente compatriota Alfred Russell Wallace (1823-1913), codescubridor, junto con Charles Darwin, de la evolución por selección natural: «Si un elemento material, o la combinación de mil elementos materiales en una molécula, son igualmente inconscientes, nos es imposible creer que la mera adición de uno, dos u otros mil elementos materiales para formar una molécula más compleja pudiera, en modo alguno, llevar a producir una existencia autoconsciente. No hay manera de escapar al dilema: o toda la materia es consciente, o la conciencia es o pertenece a algo distinto de la materia».¹⁰¹ De nuevo, para autores como Wallace y Sherrington, esta frontera tan radical que escinde la «realidad física» de la mental carece de analogía con la diviso-

101 A.R. Wallace, *Natural Selection and Tropical Nature*, 209. Es interesante observar que, de acuerdo con el argumento de Wallace, tampoco cabría explicar, científicamente, la capacidad de automovimiento que poseen los seres «animados»: si un átomo o una molécula carecen de esta propiedad, cuesta creer que, por la simple adición de más elementos materiales, emerjan características como la motilidad o la sensibilidad. Sin embargo, la ciencia ha logrado dar razón de estas y de otras muchas propiedades desde su fundamento fisicoquímico. Subsiste, es cierto, el profundo misterio de la conciencia, pero escudarse en la ausencia de esta facultad en los elementos materiales no basta para atribuirle un carácter entitativo «de suyo».

ria que separa lo vital de lo inerte. Solo la mente, por su naturaleza «irreductible» a procesos de transformación energética, escapa al dominio de la visión científica del mundo.

Sin embargo, Sherrington no logra desentrañar un interrogante que persiste, a nuestro juicio, indómito: ¿cómo se unifica exactamente esa multiplicidad de procesos neuronales que concurren en una experiencia perceptiva singular? Ese hipotético *yo*, ¿cómo ejerce su acción integradora sobre el cerebro? ¿La aplica a una estructura cortical en particular, u opera simultáneamente sobre diversas regiones? Y, de nuevo, si el *yo* no se localiza espacialmente, pero estriba en una convergencia temporal (como una especie de «sentido interno» kantiano), ¿por qué atribuirle inmaterialidad, si lo temporal posee carácter material, «dimensionalizado»?

Por otra parte, ¿cabe hablar de una postura funcionalista en Sherrington? Parece que si por funcionalismo¹⁰² nos referimos a la «hipostatización» de los estados mentales como funciones de una estructura cerebral, al modo de un *software* instalado en un *hardware*, la tesis de Sherrington dista entonces considerablemente de este planteamiento. El funcionalismo, al menos en sus versiones más difundidas, no implica (quizás sí en la práctica, pero desde luego no en la teoría) una cosmovisión dualista, que remita a la inconmensurabilidad entre el orden de lo mental y la esfera de lo físico. La mente, en el funcionalismo, no constituye una entidad *sui generis* e inmaterial, mientras que los eventos mentales, para Sherrington, difieren cualitativamente de los procesos regidos por intercambios de energía (esto es, del dinamismo de la naturaleza, en el sentido más laxo). Lo mental no puede explicarse como una forma de materia-energía. Esta convicción es tan profunda en Sherrington que nuestro autor llega a sostener que la fisiología cerebral poco tiene que ofrecerle a la psiquiatría, pues «lo mental no se puede examinar como una forma de energía. Esta es, en resumen, la brecha que divide la psiquiatría de la fisiología».¹⁰³ Sorprende, en cualquier caso, que en sus *Gifford Lectures* Sherrington acuse a Sigmund Freud de no haber prestado, en la elaboración de sus teorías psicoanalíticas, la

102 Sobre el funcionalismo en relación al problema mente-cerebro, véase H. Putnam, «The nature of mental states», en W.H. Capitan - D.D. Merrill (eds.), *Art, Mind and Religion*, 37-48.

103 Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 228.

suficiente atención a la anatomía,¹⁰⁴ cuando él mismo admite que esta disciplina poco coadyuvará al estudio de la mente, por cuanto subsiste un hiato invencible entre lo mental y lo material.

Sherrington apuesta por un nítido dualismo mente-cerebro,¹⁰⁵ que postula una evolución paralela, y perfectamente sincronizada, de lo mental con lo corporal. La categoría de «simultaneidad» adquiere gran importancia en su modelo, no solo en lo que respecta al «acoplamiento» de ambos procesos evolutivos, sino a la explicación de la concurrencia de mente y cerebro en toda actividad en cuyo curso ambos sean partícipes. La convergencia de lo mental y de lo cerebral no posee naturaleza espacial, sino temporal. La mente «no se halla en ningún sitio». Resulta inasequible a toda tentativa de localización espacial, como Sherrington ya ha apuntado. Su correlación con el cerebro consiste en una «síntesis temporal»¹⁰⁶. En este punto, su cercanía a la filosofía de Kant es patente: el *yo* se concibe como una síntesis, como una unidad en el tiempo. No es susceptible de disgregarse en percepciones particulares (para Kant, el *ich denke* unifica la multiplicidad de sensaciones desde unos patrones de inteligibilidad que él mismo «pone»)¹⁰⁷. El sujeto constituye una unidad irreductible que no se manifiesta espacial, sino temporalmente, en virtud de su actividad «sintética».¹⁰⁸ Para que acaezcan eventos mentales, lo que se necesita es una confluencia temporal entre la mente y los procesos neurofisiológicos que condicionan este dinamismo. Tal y como escribe Sir John Eccles, la tesis de Sherrington sugiere que «existe un nivel de independencia de las experiencias mentales con respecto a los eventos cerebrales»¹⁰⁹.

104 *Op. cit.*, 189.

105 Cf. J.C. Eccles – W.C. Gibson, *Sherrington: His Life and Thought*, 135.

106 Ch. S. Sherrington, *Man on His Nature*, 216ss.

107 La perspectiva de Kant se encuentra desarrollada en su *Crítica de la Razón Pura*.

108 Se trata, por otra parte, de una tesis que también encuentra eco en las filosofías de inspiración fenomenológica. Así, Maurice Merleau-Ponty escribe: «*Je ne suis pas le résultat ou l'entrecroisement des multiples causalités qui déterminent mon corps ou mon 'psychisme' (...). Tout ce que je sais du monde, même par science, je le sais à partir d'une vue mienne ou d'une expérience du monde sans laquelle les symboles de la science ne voudraient rien dire rien*» (*Phénoménologie de la Perception*, en *Œuvres*, 658).

109 J.C. Eccles – W.C. Gibson, *Sherrington: His Life and Thought*, 129.

El problema de la tesis anterior salta a la vista: ¿cómo, exactamente, unifica el *yo* la multiplicidad de sus sensaciones en una percepción consciente, subjetiva? ¿Cómo, en definitiva, se produce la interacción entre un hipotético *yo*, ajeno a la categoría de espacio, y los procesos cerebrales? ¿Qué ganamos al postular la existencia de una hipóstasis subjetiva que actúe en paralelo a los circuitos cerebrales, si esta enigmática entidad consiste, en el fondo, en una síntesis temporal, explicable materialmente como la convergencia, en un instante dado, de distintos procesos neurofisiológicos que generan percepciones subjetivas? El *yo* de Sherrington «se impone», de alguna manera, sobre las redes neuronales que operan en el cerebro. Actúa como una cúspide integradora que ejerce su causalidad «de arriba abajo». La razón que mueve a Sherrington a adoptar esta aproximación ya la hemos mencionado: la irreductibilidad de la percepción subjetiva a procesos puramente físicos.

La postura de Sherrington sobre la relación entre la mente y el cerebro es palmariamente dualista, cercana a la que abrazarán discípulos suyos como Wilder Penfield¹¹⁰ (1891-1976) y Sir John Eccles. Impregnada de una perspectiva pampsiquista, atribuye a lo mental una cierta «preexistencia» que surcaría toda la historia cósmica y evolucionaría en paralelo al desarrollo de las formas materiales. Para el gran científico británico, la conjunción de mecanismos cerebrales no es capaz de generar un evento mental. Ha de postularse la existencia de lo mental en paralelo a la de lo físico. Lo mental no se concentra en una única región del cerebro, o en una «célula pontificia» que controle, en último término, el proceso, como clímax de la integración nerviosa. No existe una unidad superior de integración en el terreno material que «conecte» directamente con lo mental, reminiscente de la glándula pineal cartesiana, sino que lo mental se diluye en una enorme expansión en millones de células.

El mundo, para Sherrington, se resuelve en dos clases de realidad: energética y mental; una energía espaciotemporal sensible y

110 Cf. W. Penfield, *The Mystery of the Mind: A Critical Study of Consciousness and the Human Brain*. En palabras de Penfield, sus investigaciones, y en especial su trabajo con pacientes epilépticos, lo condujeron a adoptar la hipótesis de que «nuestro ser consta de dos elementos fundamentales [mente y materia]» (*op. cit.*, 80).

una mente insensible e inextensa (puramente «intensiva»). Entre ambas, nuestro autor aprecia una íntima correlación, pero no parece existir, a nivel estructural, una diferencia notable entre una región cerebral estrechamente ligada a la actividad de la mente y otra no tan nítidamente vinculada a ella. En su materialidad, las distintas regiones del cerebro se construyen a partir de los mismos elementos y operan guiadas por leyes fisicoquímicas comunes. No cabe, por tanto, identificar lo mental (experimentado, vivamente, en las facultades superiores del psiquismo humano) con tal o cual área del cerebro. Esta consideración de Sherrington cobraría especial importancia en nuestros días, cuando las técnicas de neuroimagen, cuyo desarrollo ha desvelado tanta información sobre la especialización funcional de las diversas regiones del cerebro, han adquirido prominencia en los debates sobre la naturaleza de la conciencia. Para Sherrington, elucidar la funcionalidad de una región cerebral determinada no eclipsa la evidencia de la inconmensurabilidad entre lo mental y lo físico, así como la constatación de que, a nivel puramente estructural, las diversas áreas no difieren sustancialmente entre sí. Lo mental ha de responder, por tanto, a un «principio» distinto, *sui generis*, irreducible a la concurrencia de procesos materiales. Lo material y lo mental constituyen dos órdenes dispares, no convertibles el uno en el otro. Utilizan lenguajes distintos: el de la energía, por un lado, y el de la conciencia (o «percepción»), por otro.

Sin embargo, la hipótesis de Sherrington genera, en nuestra opinión, objeciones demasiado serias. Tal y como hemos mostrado, la principal dificultad se refiere a la falta de clarificación sobre cómo, exactamente, interaccionan (o, en terminología sherringtoniana, «se correlacionan») lo mental y lo fisicoenergético. Por otra parte, Sherrington parece concebir lo mental como una síntesis temporal, como una «intensión» ajena al espacio que se manifiesta en la sincronización de la actividad cerebral con un hipotético *yo*, irreducible a los procesos neurofisiológicos. Con todo, una problemática análoga a la que plantea la independencia («no-localización») espacial del *yo* viene suscitada por su dependencia temporal. El *yo* de Sherrington, al igual que permanece inasequible a una caracterización espacial, debería ser «atemporal», porque el tiempo representa una dimensión de la materia y es constitutivo, como el espacio, de lo que nuestro autor ha denomi-

nado «principio energético», ley fundamental de la naturaleza. Si ese *yo* consiste, simplemente, en una sincronización temporal de procesos cerebrales, ¿por qué ha de apelarse a una hipóstasis mental? Si se desea sugerir que dicha hipóstasis mental cristaliza en la sincronización de determinados procesos cerebrales, ¿no resulta tanto o más confuso entender cómo puede plasmarse una entidad inmaterial en un instante temporal?

Esta aporía la encontramos también en la noción sherringtoniana de «evolución de la mente», sin duda un intento honesto de dotar la tesis dualista de verosimilitud ante la moderna teoría de la evolución de las especies. Si lo mental es inmaterial, eximido de la obediencia al «principio energético», no se comprende fácilmente cómo es factible que evolucione, pues todo proceso evolutivo conlleva transformaciones espaciotemporales en términos de intercambios energéticos. ¿A qué se refiere entonces Sherrington al invocar una evolución de la mente? Si lo mental es irreducible a lo material, y radica en una especie de «límite asintótico», infinitésimo, cuyo fundamento trasciende lo espaciotemporal y unifica la multiplicidad de la sensación en una unidad perceptiva, comportará siempre un «*punto*», inconmensurable a la dinámica material, y, por tanto, ajeno al «cambio». La supuesta evolución mental implicaría una creciente convergencia entre el cerebro y esa unidad mental irreducible, pero solo se modificaría la entidad cerebral, cuya adquisición de formas más complejas permitiría una mejor sincronización (o correlación) con ese *yo* inasible, inextenso e «insensible». Sherrington, de ser coherente con su posición, debería aludir no tanto a una evolución pampspiquista de lo mental como a una confluencia gradual entre la materia y esa unidad mental «inmutable» (dado que es inmaterial), gracias a la progresiva evolución de las estructuras corporales hacia niveles de mayor complejidad y de una más refinada «concentración» funcional.

El dualismo de Sherrington establece una profunda fisura en el seno de la realidad. Su fragmentación irreconciliable entre la materia y la mente dificulta en extremo (o más bien imposibilita) vislumbrar una explicación científica de la conciencia. Lo cierto es que el hecho de que un científico de la talla de Sherrington, una de las cimas de la fisiología del siglo xx, se haya adherido a un planteamiento dualista muestra, de manera suficientemente expresiva, la gravedad del problema que afronta la ciencia a la

hora de elucidar la naturaleza de lo mental. Aunque el argumento de autoridad quizás sea el menos autoritativo de los argumentos, resulta innegable que, cuando neurocientíficos de la altura de Sherrington, Penfield y Eccles adoptan un posicionamiento dualista, su actitud se debe a la persistencia de un misterio hondo y aparentemente inabordable: cómo puedo yo «percatarme de mí mismo», es decir, poseer *conciencia*. Los trabajos realizados en las últimas décadas han desvelado, gracias a avances técnicos como, por ejemplo, la neuroimagen, la funcionalidad de las distintas áreas cerebrales. El estudio de la relación entre conciencia y lenguaje ha puesto de relieve la estrecha conexión que existe entre ambos. La fisiología, por su parte, ha avanzado considerablemente en el estudio de distintos sistemas sensoriales (aunque subsista el denominado «*binding problem*»). Sin embargo, descifrar las claves de la conciencia constituye, aún hoy, el mayor desafío para la visión científica del mundo.

Apéndice II. ¿Es compatible el concepto de libertad con la investigación neurocientífica?

Si se concibe el universo como un gigantesco proceso determinista en cuyo curso todos los acontecimientos se hallan sometidos a una necesidad escrupulosa e invencible, los seres humanos, por complejos que sean considerados, pese a creerse investidos de la condición de pináculos de la evolución biológica, no serán libres. Muy al contrario, se limitarán a encarnar piezas inexorablemente insertadas en una vasta trama cósmica que, en virtud de mecanismos esclarecidos de manera tímida pero tenaz por la ciencia, ha conducido hasta el nacimiento de nuestra especie.

Por supuesto, un sistema puede estar ontológicamente determinado, en el sentido de que las condiciones iniciales definan irremisiblemente su desarrollo, pero no por ello responder a una determinación epistemológica completa. Incluso en un sistema determinista subsiste una incertidumbre fundamental que, si bien no afecta a la ontología de los estados que lo conforman, impide alcanzar un conocimiento cabal de sus principios y de su devenir. Se alude aquí a la imposibilidad de obtener una transmisión instantánea de la información, condensada en la ley de la constancia de la velocidad de

la luz *in vacuo*. Esta norma de la naturaleza implica que, por muy profundo y afinado que sea nuestro conocimiento de un sistema, nunca será completo, pues faltará al menos un elemento de información: el que concierne a la instantaneidad. No podrá reproducirse exactamente el estado en que se encuentra ese sistema, pues en cuanto se intente hacerlo, habrá evolucionado temporalmente. Por tanto, nunca se sabrá lo que está sucediendo *instantáneamente* en él, sino que todo conocimiento adolecerá de una inevitable mediación temporal, por ínfima y despreciable que la estimemos.

Sin embargo, la cuestión metafísicamente importante no es esta indeterminación epistemológica, cuya sombra corrobora la intuición inveterada de que el conocimiento humano nunca agotará lo real, nunca confeccionará un mapa borgiano de escala 1:1 que reconstruya todos los detalles del mundo. Lo relevante es la indeterminación ontológica, la imposibilidad de anticipar el devenir del sistema desde sus condiciones iniciales a causa de razones intrínsecas, independientes de las flaquezas del sujeto que se afana en conocer o de otros obstáculos externos al sistema.

A la luz de la física actual, sabemos que los niveles fundamentales de la realidad no obedecen a determinaciones ineluctables. El conocimiento humano es incapaz de aprehender, de forma simultánea, dos magnitudes canónicamente conjugadas (como el momento y la posición de una partícula, o su energía y su tiempo), cuyo producto representa la acción del sistema. Se ha debatido mucho sobre el carácter ontológico o epistémico de esta indeterminación cuántica que, desde que fuera descubierta por Heisenberg en los años '20 del pasado siglo, ha desatado auténticos ríos de tinta entre científicos y filósofos. No entraremos en la profunda discusión que envuelve este misterio de la física, oscuridad que nos obliga a replantear todos los conceptos básicos de esta disciplina. En efecto, ¿qué es un electrón, si no puedo contemplarlo como una masa compacta localizada en una posición precisa y con un momento conjugado en el espacio de las fases? ¿Evoca una distribución deslocalizada de energía? Mas ¿por qué, en sus niveles meso y macroscópico, la materia se presenta como una totalidad continua y fija? ¿Por qué colapsa la función de onda al efectuar una medida? ¿Acaso el observador forma parte del sistema? ¿Habremos de renunciar entonces a todo viso de objetividad, pilar sobre el que se ha sustentado la ciencia desde sus albores?

El problema de la medida resulta tan abstruso que causa desconcierto, y es razonable creer que la mecánica cuántica —al menos en la interpretación de Copenhague— probablemente constituye la descripción incompleta de una realidad todavía destinada a deparar insólitas sorpresas. Pero en la esfera antropológica que aquí se aborda, tal vez la mecánica cuántica no goce de la suficiente trascendencia como para verter luz sobre el enigma de la libertad. Por ello, debería mirarse con escepticismo una hipótesis como la denominada *orchestrated objective reduction*, que han formulado Penrose y Hameroff. Puede afirmarse que el ámbito pertinente para comprender el funcionamiento de la conciencia humana y de sus actividades superiores reside en la neurobiología del cerebro; no en los microtúbulos, orgánulos presentes en multitud de células y en incontables vivientes, sino en las estructuras encefálicas funcionalmente especializadas, cuya desbordante plasticidad propicia un intercambio continuo entre el sujeto y el medio, una retroalimentación incesante que añade y suprime selectivamente información.

Pero si queremos responder a la pregunta «¿somos libres?», urge realizar insoslayables distinciones conceptuales que permitan dilucidar una idea tan esquivada y evanescente como la de libre albedrío. Un evento puede estar determinado según estrictas relaciones causales y, aun así, tolerar ciertos grados de libertad que no se deducen inevitablemente de las condiciones iniciales dadas. Dentro de un marco definido por un conjunto de leyes globales y de leyes locales existe un amplio margen de maniobra, dependiente de la capacidad de procesamiento de información (magnitud asociada, a su vez, a la complejidad del sistema de procesamiento). Las entidades dotadas de esta ventaja evolutiva o tecnológica ostentarán mayores cotas de autonomía con respecto al medio, por lo que su nivel de interioridad aumentará.

Desde esta perspectiva, un ser vivo apto para asimilar informaciones cuantitativa y cualitativamente más elevadas consigue emanciparse, en mayor grado, de las influencias ejercidas por el medio en cuyo seno se desenvuelve. Establece así, como sugirió Von Uexküll, una delimitación nítida entre su *Innenwelt* y el *Umwelt* (von Uexküll 1909) Cualquier organismo vivo disfruta entonces de libertad, pues sella una frontera diáfana entre su medio interno y el medio externo. No sería correcto sostener, sin

embargo, que este organismo fuese realmente libre, al menos en la acepción metafísica que solemos atribuir a esta idea, valorada como espontaneidad absoluta, como indeterminación pura ante cualquier estímulo externo, como la límpida autoafirmación de un sujeto que, en la estela del *yo* de Fichte, se pone a sí mismo y decreta el devenir ulterior del universo, convertido en nuevo primer motor inmóvil desasido de cualquier determinación antecedente. La razón de esta ilegitimidad estriba en que la ciencia puede elucidar la suma de etapas cuyas prolijas conexiones han llevado, mecánicamente, hasta la acción concreta protagonizada por esta entidad. La física, la química y la biología desvelan la concatenación de estímulos y respuestas que, aun bifurcados en diversas líneas equiprobables, no se sustraen nunca a la cadena de causas y efectos que en ellos desemboca.

Incuestionablemente, la libertad humana exhibe una especificidad ineludible, al emanar de un ser consciente provisto de un lenguaje articulado, pero sería engañoso considerarla absolutamente espontánea, un luminoso polo espiritual contrapuesto a la ciega necesidad de la naturaleza. La libertad humana es compatible con las leyes naturales porque nunca es infinita, nunca equivale a una indeterminación plena. Solo en un límite asintótico poseería ese carácter incondicionado que tantas veces nos sentimos tentados de predicar de la libertad humana. Este modelo explicativo de la libertad humana (Blanco 2015, 49-57) postula un acoplamiento entre la información suministrada por el ambiente y la información que dimana del sujeto. Si la información proporcionada por el ambiente rebasa un cierto umbral, una energía de activación reminiscente de la noción fisicoquímica análoga, el estímulo será determinante, y los resortes de autonomía de un sujeto no podrán sino plegarse a las exigencias estipuladas por el ambiente. Su respuesta no será libre, sino que factores exógenos la habrán desencadenado. Pero cabe entender otro sentido de la determinación, frecuentemente soslayado en las discusiones, según el cual libertad y determinación no serían incompatibles. Volveremos más adelante sobre este punto.

La situación que acabamos de mencionar se observa con claridad cuando alguien topa con estímulos irresistibles, por ejemplo si, ante un hambre atroz que lo devora, una persona tropieza súbitamente con cualquier clase de comida, incluso con aquella

que, en otros escenarios, le habría causado una profunda repugnancia. Un sujeto más entrenado, más hábil a la hora de contener pulsiones fisiológicas básicas, como un faquir o un asceta, logrará prolongar su ayuno y atemperar su sufrimiento, pero en una situación extrema ni siquiera su virtuosismo lo liberará de responder automáticamente a un estímulo en forma de alimento.

La única excepción significativa sería la ofrecida por el suicidio, quizás el mayor misterio de la biología —en sus diversas expresiones, como la autofagia y la muerte celular programada o apoptosis— y de la filosofía, muestra al unísono de esclavitud (se reniega de la vida cuando los bienes que ella otorga palidecen ante los males que dispensa) y de libertad (preferir la muerte a la vida, manantial de todo bien conocido, ¿no sería la manifestación del mayor acto de libertad del que puede ser artífice el hombre?). Pero si el estímulo no supera la energía de activación acopiada, quedará entonces un amplio espacio de indeterminación para el sujeto. La respuesta al estímulo podrá discurrir por cauces divergentes, quizás equiprobables, caminos que cumplen devotamente leyes de la naturaleza como el principio de conservación de la energía, mas sendas que no pueden predecirse de antemano, sino que brotarán del arbitrio del agente. Es incluso posible que el sujeto no responda al estímulo y opte por inhibirse ante los embistes del entorno.

Físicamente, cualquier decisión que escoja respetará las leyes naturales y no quebrará su correcto funcionamiento, no obrará un milagro repentino que genere una fisura en el tejido inconsútil del universo. Sin embargo, el problema metafísico persiste, porque ¿cómo interpretar la agencia de esta acción? Dentro de ese margen de libertad concedido por las leyes de la naturaleza, ¿qué estructura cerebral, qué neurona o qué integración de áreas encefálicas, decide el sendero por cuyo itinerario ha de decantarse el devenir del mundo en cada acto de hipotética libertad que ejerce el hombre? ¿Dónde radica ese primer motor que la lógica parece exigir cuando examina las acciones humanas?

Si se defiende que la libertad es un espejismo, deberá atribuirse la agencia al estímulo, a la actividad aferente, que toma ahora las riendas de la acción humana y la reduce a un sofisticado engranaje despojado de savia propia, dejado a merced de contingencias externas sobre las que no detenta control alguno. Pero si, por el contrario, se asume un compromiso con la idea de libertad, y se

asevera que el estímulo no determina inexorablemente la respuesta del agente, deberá desentrañarse una agencia interna que revele el origen de la acción.

En un esquema dualista, como el enarbolado por Descartes, la solución a este interrogante es patente: el *yo*, la *res cogitans*, decide qué hacer. Pero ¿dónde se ubica ese *yo*? Para un dualista rígido, esta pregunta no tendría sentido, porque el espíritu no se sitúa en ningún sitio, sino que pertenece, como las ideas platónicas, a un cosmos de inteligibilidad enajenado de las servidumbres espaciales que ofuscan el mundo. Curiosamente, ese espíritu entronizado por los dualismos, aunque sea inextenso y no pueda enraizarse en ningún marco dimensional como el que nos permite entender la materia física, sí está sujeto al tiempo. Actúa inmaterialmente, pero en un instante dado; se emancipa de toda sombra de materialidad, menos en lo atingente al tiempo. Aunque los dualismos tiendan a considerar que el espíritu o alma (términos que aquí se toman como sinónimos, si bien en ciertas tradiciones —como la bíblica— no lo son rigurosamente) es imperecedero, en el actuar concreto del *yo* es evidente que cae bajo el dominio del tiempo, pues actúa *ahora* a través de un mecanismo físico (su *aquí*). Ningún modelo dualista, tampoco en versiones más elaboradas como la de Eccles, ha explicado convincentemente cómo se produce semejante interacción entre el *yo* y el cuerpo que lleva a cabo la decisión asumida por un agente inmaterial. El mismo desafío incumbe al dualismo mitigado que se colige del hilemorfismo aristotélico. ¿Qué es exactamente la *forma*? ¿La disposición estructural y funcional de la materia? Pero la cuestión clave estriba en si esta forma es o no inmaterial. Si no lo es, simplemente podría expresar una trivialidad (la materia adquiere diferentes conformaciones, distintos niveles de complejidad, y su funcionalidad es obsecuente de su estructura); si lo es, sucumbiría a los mismos e insalvables dilemas que encaran dualismos como el platónico y el cartesiano.

El problema crucial con el que tropieza cualquier teoría sobre la libertad alude por tanto a la agencia de las decisiones que toma el hombre. Si el ser humano no es un agregado fortuito, sino un sujeto unitario, debe existir un primer motor que desate la cascada de nuevas causas cuya urdimbre hilvana ese acto teóricamente libre, no subsumido en los rígidos cánones de los antecedentes y

de los consecuentes, sino erigido en un nuevo foco de actividad que ha conseguido emanciparse de las vigorosas constricciones ambientales.

Podría aducirse que semejante obsesión por la agencia, por el desencadenante último de la decisión, es subsidiaria de una lógica defectuosa, o al menos de un prejuicio (¿antropocéntrico?) cuya contumacia prohíbe concebir la acción sin apelar al sujeto que la suscita. Quizás sí, pero el problema no se solucionará negando la agencia, sino que en todo caso se postergará, pues incluso sin plantear la cuestión sobre la verdadera fuente de esa actividad, aún será necesario indicar los mecanismos concretos que subyacen a dicha toma de decisión. En consecuencia, en una solución del problema de la agencia que solo considerara relevantes las estructuras neurales, habría que remontarse hasta alguna estructura cerebral juzgada como última, como el *nervus probandi* de este dilema que subyuga. El sujeto no sería concebido como una entidad fantasmagórica oculta en los íntimos e insondables arcanos del alma humana, sino como la sincronización puntual entre las áreas perceptivas (por ejemplo, el lóbulo occipital y el lóbulo temporal) y las áreas asociativas multimodales. No sería entonces una estructura concreta, sino el vínculo funcional forjado entre distintas regiones cerebrales, por lo que la intuición dualista de que el *yo* tiene que ver con el tiempo más que con el espacio sería esencialmente correcta, aunque desprendida de las asunciones inmaterialistas que la sustentan. Según este paradigma, la orden procedería de esa sincronización puntual instaurada entre áreas perceptivas y asociativas (con un probable filtro emocional, relacionado con el sistema límbico). Condicionada tanto por la información ambiental como por la información que almacena el sujeto (consistente sobre todo en la memoria apilada, en la información que dimana del genoma y del conectoma de ese sujeto), posee resortes de energía libre, no acoplada al estímulo, y gracias a esta virtualidad puede definir ella misma la naturaleza del nuevo acoplamiento. Sus reservas de energía libre dependerán sustancialmente del nivel de conocimiento y experiencia que atesore el sujeto, de su *fuerza* para resistir las presiones del ambiente y alzarse como agente de decisiones.

¿De qué modo se ejecutaría exactamente el esquema que se acaba de esbozar? Queda mucho por investigar sobre los mecanis-

mos específicos, pero tal vez el nudo gordiano del encadenamiento causal lo rompa la sincronización puntual, cuasi infinitésima, entre percepción (¿emoción?) y asociación. Esta síntesis convergería con la noción filosófica de *yo* que resplandece en la obra de Kant: el *yo* como unidad de la apercepción, como presupuesto indispensable para concebir cualquier acción verdaderamente libre y consciente; como un principio de inteligibilidad que, en nuestro modelo, gozaría también de realidad, pues plasmaría la sincronización de distintas áreas cerebrales. Sería una unión funcional, no estructural; temporal, no espacial. No un espectro invisible escondido en el inescrutable seno de una máquina, sino una integración temporal de datos que revierte sobre la interioridad de ese sujeto, sobre su propio sistema de procesamiento. Y, en efecto, la experiencia ordinaria enseña que los seres humanos son más libres cuanto más y mejor información han asimilado.

Apéndice III. La belleza del conocimiento¹¹¹

El mayor tesoro de la humanidad es el conocimiento. La inteligencia no sirve de nada si no se usa para algo. Ese algo puede ser práctico, y la mayor parte de la gente tiene una mentalidad utilitarista, es decir, algo que genere valor económico. Pero hay algo más de valor, que es cuando la inteligencia se usa para generar conocimiento. Y en el fondo lo que tenemos que transmitir, sobre todo a las personas que tienen unas capacidades especiales, es que esa inteligencia es un patrimonio de la humanidad, que tiene que servir para incrementar el acervo cognoscitivo de la propia humanidad. La idea que yo quiero transmitir aquí no es tanto la de unos contenidos concretos de conocimiento como de los procesos que llevan a la adquisición del conocimiento y, sobre todo, la tesis que subyace es que el conocimiento es bello. La experiencia de adquirir conocimiento tiene también resonancias estéticas, y en la educación lo que hay que transmitir es esa fascinación ante el conocimiento y ante la obtención de ciertos resultados del conocimiento.

111 Este texto transcribe parte de una conferencia pronunciada por el autor en Madrid en octubre de 2016.

Observamos en la primera imagen una reconstrucción de lo que se supone fue la biblioteca de Alejandría que, según algunos autores, llegó a tener más de un millón de rollos, la mayor biblioteca del mundo antiguo. Y a la derecha tenemos la biblioteca clementina de los jesuitas en Praga, una de las bibliotecas más bellas del mundo. El depósito del saber y, sobre todo, aunado con la belleza. Es ocioso decir que el conocimiento es el mayor activo que posee la humanidad y, de hecho, el éxito de nuestra especie, del *Homo Sapiens*, se basa en la capacidad que tiene para adquirir conocimiento y, sobre todo, conocimiento abstracto. Eso lo sabemos por el desarrollo espectacular que tuvieron las cortezas prefrontales, las áreas asociativas, que, en nuestro caso —como luego veremos—, nos ha permitido tener una herramienta excepcional para adquirir conocimiento: el pensamiento simbólico y el lenguaje articulado. Y es el mayor activo de la humanidad, de hecho hoy en día nos preguntamos siempre cuál es la razón de que unos países sean más ricos que otros. En último término, aquí hay economistas, y ya sabemos que hubo un debate de la historia de la economía: los fisiócratas decían que la riqueza de una nación dependía de la agricultura, de la riqueza agrícola, otros piensan que depende sobre todo de la industria y la maquinaria, pero en el fondo ¿por qué un país es más rico y más desarrollado que otro? Porque sabe más, es decir, si Alemania es más rica que España es porque sabe hacer cosas que España no sabe hacer. En el fondo está el conocimiento. No me voy a centrar en el aspecto puramente utilitario del conocimiento, sino en el aspecto científico e intelectual, pero hay que reconocer que toda la transformación de la historia de la humanidad descansa, en definitiva, sobre el descubrimiento, sobre la adición de nuevas verdades al patrimonio del conocimiento.

Podemos hablar de ese beneficio material. Está prácticamente demostrado que en las dos grandes revoluciones que tuvo la humanidad en el manejo de la energía, que fueron la Revolución Neolítica hace unos ocho mil años en Oriente Próximo y la Revolución Industrial hace más de doscientos años en Inglaterra. Ahora nos encontramos con otra revolución, pero ciñéndonos a los límites históricos más aceptados, en el fondo descansa sobre el descubrimiento de una nueva forma de energía: cómo domesticar las plantas y los animales, y luego en el siglo XVIII cómo adueñarnos de la energía mecánica que yace en las máquinas. Pues

está demostrado que prácticamente ni la esperanza de vida media de la humanidad ni el número de seres humanos sobre la tierra aumentaron significativamente entre la Revolución Neolítica y la Revolución Industrial. Por supuesto hubo picos, hubo baches, hubo grandes imperios como el Imperio Romano en la época de la dinastía Antonina, una época dorada de la humanidad, en la que vivía más gente y vivía más, pero en promedio la humanidad prácticamente no avanzó ni en esperanza de vida ni en riqueza, lo que llamaríamos PIB, ni en número de habitantes entre la Revolución Neolítica y la Revolución Industrial.

¿Qué es lo que propició la Revolución Industrial? El conocimiento científico de la termodinámica de las máquinas. Pero hay un aspecto que podríamos calificar de psíquico, mental, espiritual, intangible del conocimiento, que es la capacidad que tiene para unir a los seres humanos; por supuesto, también para alejarlos, pero vamos a hablar de cómo en el fondo para lo que puede servir es para unir a los seres humanos, para abrir la mente humana, para relativizar los prejuicios y las ideas que todos llevamos, y en ese sentido para transformarnos. No hay progreso material si antes no ha habido un progreso intelectual, es decir, la voluntad para descubrir, la apertura de la mente a lo nuevo. Si uno cree que ya lo sabe todo, no necesita aprender, se va a quedar estancado.

El nivel de desarrollo de una cultura se puede medir, en este sentido, como el nivel de información que esa cultura ha podido acumular. Por supuesto, la información no es algo meramente cuantitativo. El otro día leí que en el último año la humanidad ha producido más datos que desde el origen de la escritura, desde hace cinco mil años. Es decir, en un año se han producido más datos que en cinco mil años. Claro, la mayor parte de esos datos son irrelevantes, datos de transacciones, de tarjetas de créditos, etc., datos que hay que jerarquizar; no son datos relevantes. Pero hoy en día tenemos muchísima información. La cuestión no es solo la cantidad de información sino la calidad de esa información. Y, evidentemente, esa información es el resultado del progreso material, del dominio que tiene el ser humano sobre las fuentes de energía y de las verdades puramente intelectuales que se han ido descubriendo, del progreso científico y del progreso filosófico.

¿Qué viene antes: el desarrollo material o el desarrollo intelectual? Es una pregunta que no se puede resolver a grandes tér-

minos, depende de cada caso, no creo que se pueda encontrar una ley, habría que analizar cada caso. Pero intuitivamente diría que lo más importante es el progreso en el ámbito del conocimiento puro, no tanto el progreso tecnológico, porque, en el fondo, a toda invención tecnológica siempre subyace algún descubrimiento o innovación teórica.

Inciendiando en ese aspecto psíquico-mental-espiritual del conocimiento, a mí me parece que es precisamente su característica más importante, la capacidad que tiene para abrir la mente humana y para derribar dogmas. Y esto se traduce en el cambio de la imagen del mundo que va desarrollando la especie humana. Podemos hablar, por supuesto, del progreso material, pero ese progreso material no habría sido posible si antes no se hubieran ampliado las mentes de los seres humanos. Aquí tenemos una imagen de Galileo Galilei, en su momento un pionero, alguien que defendió algo que prácticamente todos los sabios de la época negaban, los grandes aristotélicos de la época, y sin embargo lo importante de Galileo Galilei no es solo la aportación que hizo al método científico, del cual todos somos deudores, sino que con su defensa del sistema copernicano cambió la mentalidad humana para siempre. Nos quitó del centro del universo.

Siempre me viene a colación una reflexión de Freud, en una conferencia que da a principios del siglo xx, cuando dice que la humanidad había recibido tres grandes curas de humildad, tres grandes procesos de descentración o descentramiento de la humanidad. La primera vino cuando ese canónigo polaco que era Nicolás Copérnico dijo que la Tierra no era el centro del universo. Esta idea ya la había propuesto Aristarco de Samos, pero pasó prácticamente desapercibida. Todas las grandes civilizaciones de la historia habían pensado que la Tierra era el centro del universo y es absolutamente lógico, cualquiera ve que el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste, y lo lógico es pensar que es el Sol el que gira alrededor de la Tierra. Copérnico, que era matemático, dijo que es más sencillo si suponemos que el Sol es el centro del universo y no la Tierra, el heliocentrismo. Tuve la oportunidad de visitar en Torun la casa en la que nació Copérnico, y vi una edición que tenían de *De revolutionibus orbium coelestium*, que es su gran libro; es una experiencia indescriptible. ¡Lo que llegó a cambiar la mente de los seres humanos gracias a Copérnico! Es una muestra

de cómo la inteligencia aplicada a la búsqueda de la verdad puede transformar no solo el conocimiento científico, sino también la mentalidad de los hombres. Ya no funcionamos igual desde que descubrimos que no éramos el centro del universo.

La segunda prueba de humildad, dice Freud, vino en el siglo XIX con Darwin y Wallace. Wallace es el pobre hijo olvidado en esta historia; era un biólogo que trabajaba en el archipiélago malayo, y ambos propusieron que las especies no habían permanecido estáticas, aunque esto ya lo habían dicho otros, pero propusieron un mecanismo de cómo habían cambiado las especies, y veremos que este mecanismo es muy útil para explicar cómo funciona el conocimiento: la selección natural. Ya no somos el centro de la vida, no somos el centro del árbol de la vida, no somos el tronco, somos una rama más. No somos el centro del universo y no somos el centro del reino de la vida, del mundo biológico.

Y dice Freud que la tercera prueba de humildad la protagoniza él mismo, al descubrir que no somos el centro de nosotros mismos. Tengo reservas sobre el carácter científico del psicoanálisis, por eso prefiero interpretar con benevolencia a Freud. Freud, por supuesto, fue una gran mente, que habló del inconsciente cuando prácticamente nadie más había hablado de ello; de lo que tengo dudas es de la base de muchas de sus afirmaciones.

Vamos a hablar más que del psicoanálisis de la neurociencia. Aquí tenemos a Santiago Ramón y Cajal, ese gran científico y pintor, artista, sabio, del que nos tenemos que sentir tan orgullosos los españoles, cuando descubre que de lo que está hecho el cerebro humano, que es la base de nuestra inteligencia, es prácticamente igual a la constitución material que encontramos en todas las demás especies. Ramón y Cajal descubrió la neurona, pero abrió una ventana a todo un nuevo mundo de descubrimientos, que lo que ha demostrado es que no somos tan especiales. Los sistemas que subyacen a cómo se transmite la información en el sistema nervioso son iguales a las que hay en muchas otras especies biológicas, como por ejemplo la bomba de sodio-potasio. No ha sido tan innovadora la evolución como pensamos, pero esta es una de sus maravillas: que con poco, por combinación, por recategorización, llega a una maravilla como es el pensamiento humano.

Me atrevo a añadir una cuarta cura de humildad que probablemente nos afecte a los seres humanos en breve y es la inteligencia artificial. Si se lograra una conciencia artificial, yo antes era escéptico, pero ahora mismo no lo soy tanto pues lo veo posible, ya no seríamos ni el centro del universo ni el centro de la vida ni el centro del cerebro, pero tampoco el centro de nuestras propias producciones tecnológicas, porque estaríamos creando algo que nos podría desbancar. Esto puede parecer ciencia ficción, pero si uno ve todo lo que se está haciendo en ciertos lugares, como por ejemplo en *Google*, que fue capaz de desarrollar ese programa que venció al juego «Go» —algo prácticamente imposible, pues es mucho más difícil que el ajedrez—, comprobará que se está abriendo una ventana sobre la que yo me confieso agnóstico; no sé a dónde nos llevará, pero desde luego no descarto la posibilidad.

En definitiva, el conocimiento, aparte de ampliar nuestro acervo de verdades, cambia la mente de los hombres, cambia el modo en que la sociedad se rige. No es lo mismo una sociedad que piense que es el centro del universo y que nos han puesto en el centro del universo, y que tenemos un lugar destacado en la naturaleza, que otra que sea consciente de que no lo es. Eso lleva a un cambio social, a un cambio moral, a un cambio espiritual de una envergadura asombrosa. Prácticamente todavía estamos viviendo las consecuencias. Pero esos han sido grandes progresos en la historia del conocimiento, porque aquí tenía mucha razón Thomas Kuhn cuando dijo que la ciencia discurre muchas veces como ciencia normal y luego experimenta grandes cambios de paradigma. Lo que yo no acepto es que haya una discontinuidad tan absoluta, pero efectivamente hay grandes rupturas de paradigma. Una ruptura como la que protagonizó Copérnico, una ruptura como la que protagonizó Darwin, una ruptura como la que protagonizó el doctor Ramón y Cajal. Y, en el fondo, esas grandes transformaciones en el conocimiento no vienen solo de la dimensión del conocimiento más valorada por nuestra sociedad y en la que solemos centrarnos cuando hablamos de educación, que es el conocimiento analítico. Efectivamente, el conocimiento analítico es esencial: *Divide y vencerás*. El conocimiento analítico nos permite diseccionar la realidad y llegar a los átomos de la realidad. Es la base del progreso científico. Las ciencias sociales últimamente también están desarrollándose mucho, precisamente porque están asimilando esa metodología científica,

divide y vencerás. Pero las grandes transformaciones espirituales, filosóficas de la humanidad no vienen solo del conocimiento analítico, vienen también de una dimensión que muchas veces se olvida en la escuela y en la sociedad, que es la dimensión sintética, la perspectiva total, la capacidad de integrar y no solo de dividir. Aquí tenemos a Descartes, que para muchos sería el epitome de alguien exitoso en la aplicación del método analítico, pero también fue un gran sintetizador. Descartes primero dividió y después dijo: «tengo que recomponer, tengo que sintetizar».

De hecho, los grandes desafíos de la humanidad no se van a poder abordar exclusivamente desde una perspectiva analítica, desde el divide y vencerás. Hoy en día sabemos muchísimo, ya hemos dicho la cantidad de información prácticamente incontrolable que posee la humanidad, pero incluso si nos centramos en la información útil, en aquella que nos da información realmente significativa sobre cómo funciona el universo o cómo funciona la mente humana, es prácticamente inabarcable, no hay nadie que pueda abarcarlo, ni siquiera en una sola disciplina. Por eso es tan importante que hoy en día nos demos cuenta de que no se trata solo de acumular conocimiento, y en eso somos muy buenos y tenemos en el siglo xvii la revolución científica, que —está muy estudiado— la protagonizaron en torno a doscientas personas, varones casi todos, ya que en aquella época la mujer no tenía casi ninguna posibilidad de aportar algo a la ciencia; estaba excluida. Doscientas personas. Hoy en día hay doscientos científicos en prácticamente cualquier universidad, de cualquier provincia. Es decir, esto es descontrolado, es exponencial y es maravilloso, pero nos podemos perder también en los detalles y hacer que las hojas nos impidan ver el bosque. Para esto también necesitamos una dimensión unificadora. Los grandes desafíos de la humanidad necesitan efectivamente ese conocimiento analítico, científico, diseccionador, pero también una dimensión sintética, integradora, y un tercer factor que es la imaginación, la creatividad, imaginar lo aún no dado, y esto no se puede prever, no se puede elucidar mediante un algoritmo, es algo espontáneo, aunque luego veremos que hay ciertas características que lo pueden potenciar. Necesitamos esa explosión del cerebro que no se limita simplemente a seguir reglas, lo que pasa es que no podemos decir cuál es la regla para salirse de las reglas: es la gran paradoja de la creatividad.

Superar un marco dado; de eso tratan las grandes transformaciones de la humanidad: de superar el marco en el que nosotros estamos. Y siempre estamos en un marco, por mucho que pensemos que no, siempre nos movemos por prejuicios, por axiomas, por presupuestos; es inevitable, ocurre en las matemáticas y también ocurre en la filosofía y en la ciencia social. Pero siempre seremos conscientes de que todo marco que diseñe la humanidad va a ser imperfecto, siempre va a haber flecos, va a haber elementos de la realidad que no caigan, no se subsuman bajo ese marco. Necesitamos una perspectiva integradora y necesitamos cultivar también la intuición. Me parece que en la escuela, tristemente, se incide mucho en el conocimiento ya dado, en el método analítico ya utilizado, pero poco en cultivar la intuición y la espontaneidad, que es lo que nos abre a la creatividad, y la creatividad es en el fondo esa incógnita desconocida que subyace a todas las grandes transformaciones del hombre, tal que la especie humana sea la más creativa de todas. Todas las especies biológicas son creativas, cuando uno ve un castor que es capaz de diseñar esas presas en los ríos dice «una especie que tiene un cerebro tan poco desarrollado en comparación con la nuestra, qué maravilla que haya sido capaz de hacer esto, es un auténtico prodigio». Y la inteligencia en el fondo es la adaptación, es la capacidad que tiene la especie para adaptarse al entorno y sobrevivir. Pero en el caso de la especie humana, la creatividad ha alcanzado cotas deslumbrantes.

¿Cuál es la regla que subyace a la creatividad? Y aquí me estoy contradiciendo con lo que he dicho antes. He dicho que la creatividad, si es realmente creativa, no se puede encuadrar en ningún marco, no se puede encontrar una ley de la creatividad como la ley de la gravedad o las leyes de Mendel. Bien, es cierto que no hay una ley unívoca que inexorablemente nos dé la clave de la creatividad, pero sí podemos diseccionar la creatividad y ver que hay ciertos elementos que siempre confluyen en el proceso creativo. Y por eso me parece que también el estudio de las grandes mentes de la humanidad, de los grandes genios y de las grandes transformaciones sociales, es una ventana privilegiada para entender la creatividad. Este esquema ya nos lo dieron Darwin y Wallace en el siglo XIX, ¿cómo funciona la evolución de las especies?, funciona por una combinación de variación, mutaciones que en su

mayor parte son azarosas, y selección natural. La evolución no es un proceso puramente aleatorio, puede ser aleatorio en el polo de la variación, pero en el polo de la selección natural tiene un objetivo muy claro, que es la eficiencia reproductiva. Digamos que la explosión de variación luego es contenida, es filtrada por la selección. La idea de la evolución por selección natural es probablemente la idea más poderosa que ha tenido la mente humana en los últimos doscientos años, porque las capacidades explicativas que tienen para muchos fenómenos (para otros no; yo creo que a veces se abusa de ella) son inmensas, casi ilimitadas.

Tenemos por tanto ese aspecto de variación y ese aspecto de selección, pero la variación y la selección no juegan solo en el nivel de la especie, en el plano colectivo, sino también en el plano del individuo. Hoy en día sabemos que la evolución de las especies no solo es genética más selección natural. Hoy en día sabemos que es genética, el plano de la especie, la filogenia —y efectivamente eso es variación más selección natural—, pero luego tenemos un plano que últimamente se está investigando mucho, y que es tanto o más importante: el plano del individuo, la epigenética. Hay muchos elementos que vienen dados por la filogenia, que están en el genoma pero que no se van a expresar, luego no se van a traducir en un fenotipo. De ahí dependen los procesos epigenéticos. Haciendo una analogía con el desarrollo intelectual del individuo, tenemos todo el acervo adquirido por la humanidad, todos los conocimientos, todas las tradiciones, todas las costumbres, todas las reglas que ha adquirido la humanidad y que son útiles en su mayoría, o de lo contrario no se habrían utilizado, pero luego cada uno tiene su responsabilidad individual de ser él mismo protagonista de su propio desarrollo, de ser él mismo un nuevo elemento que evoluciona. El plano colectivo y el plano individual. Y esto se recapitula en el cerebro humano. El cerebro que tenemos cada uno de los aquí presentes no es simplemente un órgano rígido determinado por el genoma de la humanidad y por leyes evolutivas que han llegado hasta nosotros. Hay un desarrollo epigenético que se traduce en la extraordinaria plasticidad que tiene el cerebro humano, plasticidad que por cierto se va perdiendo, va cristalizando, pero que últimamente se está descubriendo que podemos reprogramarla, podemos hacer que la plasticidad que parecía ya cristalizada en el cerebro adulto vuelva a ser tan flexible, tan versátil como en la infancia o

la adolescencia. Es el sueño de la humanidad, que seamos eternos niños que siempre se sorprendan ante el conocimiento y no dejen nunca de hacerse preguntas. También tendríamos otros problemas, porque, evidentemente, ¿seríamos capaces de resistir tanto estímulo, tanto aprendizaje? La vida a veces requiere sosiego, paz, estabilidad; bueno, es un debate que lanzo.

Tenemos el acervo de la humanidad, todo el conocimiento ya adquirido por otros, y luego tenemos las adquisiciones propias, la huella irrepetible que tenemos que hacer, nuestra epigenética, nuestro yo. En la escuela, en el sistema educativo y en la universidad se incide sobre todo en la filogenia del conocimiento, en la parte colectiva, en el acervo de la humanidad, pero no en el aspecto individual, no en el descubrimiento que cada uno tiene que hacer de lo que ya sabe la humanidad. *Reconquista lo que te ha sido dado*, decía Goethe. Es una responsabilidad individual; la capacidad que tiene todo ser humano de aportar algo, por pequeño que sea, al conocimiento. En eso no se incide tanto. Pero la creatividad es siempre el fruto de ambos factores. Uno no puede crecer sin estudiar nada, como diciendo «yo vengo aquí y ya voy a dar las respuestas a la humanidad sin tener que estudiar lo que han adquirido los seres humanos desde hace miles de años»; aparte de un acto de soberbia sería irresponsable, porque muchas veces puedes estar repitiendo cosas que ya se sabían, y eso no sirve para nada. Primero tenemos que estudiar todo lo que ha descubierto la humanidad, pero en paralelo tenemos que ir desarrollando nosotros ese conocimiento.

La creatividad, por tanto, tiene un elemento descontrolado, un elemento que no se puede subsumir en una regla, pero luego necesita de un elemento que sí está reglado, un filtro, una criba. Hay una idea en la filosofía de Kant que me parece preciosa y de un poder explicativo extraordinario, que es la siguiente: el ser humano está sometido continuamente a una multiplicidad de fenómenos, de estímulos, casi descontrolada, pero por fortuna nuestra mente está diseñada de tal manera que posee una serie de características apriorísticas que filtran esa información y la encuadran dentro de unos marcos conceptuales. Está la variación, la multiplicidad casi descontrolada, pero luego tenemos el filtro, la regla; igual que en el arte tenemos la regla artística. Uno puede pensar que por imaginar mucho y por tener mucha imaginación y tener muchas ideas

eso tiene algún valor. No es solo la imaginación y las nuevas ideas que uno tenga sino el valor que tengan esas ideas, cómo se filtren esas ideas. Uno puede imaginar cosas absurdas que no sirven para nada, es imaginación, es creatividad. En realidad no es creatividad, la creatividad tiene que tener un filtro científico-social que demuestre la utilidad de esa idea, ya sea intelectual o social. Por tanto, hay un elemento de filtro, de selección, que es el que tienen que poner la mente humana y el entorno social. En el fondo, la adquisición de conocimiento pasa inevitablemente por la imaginación. Pero no basta solo con la imaginación; esa imaginación tiene que ser sometida luego al contraste, a la prueba, a la justificación.

En ese sentido, es esencial el estímulo, porque ¿de dónde viene la imaginación? ¿De dónde viene la variación? Ya sabemos que la selección va a venir siempre de una fuente externa a nosotros, por ejemplo, de la sociedad, de la comunidad científica. Uno puede tener muchísimas ideas, pero es la comunidad científica la que tiene que validarlas, a veces tarde, pues hay gente a la que inicialmente no se le reconoce o se considera que esa persona está loca, pero a largo plazo siempre se va a acabar descubriendo si esa idea tenía valor o no tenía valor, lo mismo en el arte, lo mismo en la sociedad. Pasa incluso escritores o grandes poetas que en su momento pasaron desapercibidos. Ocurrió con Cervantes, que inicialmente tiene éxito, luego prácticamente se le olvida y en el XIX lo redescubren los románticos ingleses y los románticos alemanes. Han pasado casi doscientos años. Pero si realmente hay algo de valor en lo que el ser humano ha creado, siempre alguien en algún lugar del mundo y en alguna época lo va acabar descubriendo. Es el polo de la selección, y el polo de la selección ya no depende de nosotros, depende del entorno social y de la comunidad científica. No lo podemos controlar. Pero sí hay algo que podemos controlar y que es clave para que la variabilidad, ese polo imaginativo, se expanda y nos lleve a conseguir nuevo conocimiento, que es el estímulo. El estímulo es fundamentalmente de dos tipos:

1. El estímulo externo. A la izquierda aparece el famoso cuadro de Rafael, *La Escuela de Atenas*; todos los sabios de Grecia reunidos: Aristóteles, Platón, Pitágoras... Alguien puede decir «bueno, ¿cómo es posible que en Grecia se aportara tanto al conocimiento, tantos sabios y tantas par-

celas del saber?» Porque el saber llama al saber, en el fondo es un mecanismo de retroalimentación. Lo mismo pasó en Florencia en el siglo xv, lo mismo pasó en Alejandría en el siglo iii a.c., lo mismo pasó en el romanticismo alemán, lo mismo pasó en grandes campus universitarios; cómo se va a extrañar alguien de que haya tantos premios Nobel ganados en grandes universidades norteamericanas, si están interactuando esas grandes mentes; es el estímulo externo.

2. Pero hay también un estímulo interno, y ahí tenemos el caso de Ramanujan. Seguramente hayan visto la película *El hombre que conocía el infinito*, una película sobre él. Extraordinaria. Alguien que prácticamente solo, en una aldea del sur de la India, criado en la pobreza, llega a hacer tantas aportaciones a las matemáticas. Aparte de que era una mente enormemente desarrollada, también está el estímulo interno y eso ya no depende ni del sistema educativo, ni del entorno social ni de políticas. Eso depende de uno mismo, y uno tiene que aprender a motivarse a sí mismo y a estimularse a sí mismo.

La variación, la multiplicidad de opciones, se manifiesta de modo privilegiado en el símbolo. El símbolo es el gran aval que tiene la humanidad para su progreso y para la adquisición de conocimiento. Aquí tenemos esa herramienta, *Excálibur*, descubierta en Atapuerca; parece ser que fabricada por el *Homo heidelbergensis* hace trescientos cincuenta mil años y ¿por qué esta herramienta es tan especial? Porque no es una mera herramienta, a juicio de los paleontólogos es el primer objeto simbólico de la historia de la humanidad. Se encontró en un enterramiento con treinta esqueletos, y si una herramienta se deposita en un enterramiento tiene algún tipo de valor simbólico como ofrenda. Es el primer símbolo conocido de la historia de la humanidad. Es realmente extraordinario que en solo trescientos cincuenta mil años, que en términos geológicos no es nada, hayamos desarrollado el símbolo hasta permiternos, como veremos luego, descubrir las leyes del universo. Este es el gran aval, porque el símbolo es aquel tipo de realidad que se refiere a otra realidad distinta de sí mismo. Por lo tanto, multiplica enormemente las opciones que hay de imaginación y de referen-

cia. Nos da un elemento neutro, quizás no tan neutro, pero que nos permite referirnos a algo externo a ese propio elemento. Por lo tanto, ya no es inmediata la relación entre el estímulo y el receptor de ese estímulo; hay un elemento de mediación y se multiplican las opciones. Evidentemente, el símbolo se fue desarrollando. Ya en el Paleolítico Superior, hace unos cincuenta mil años, tenemos las pinturas rupestres de Altamira o de Lascaux en el sur de Francia, pero en el fondo todo remite a esa primera, estamos hablando probablemente del mayor genio de la historia humana, del primero que tuvo la idea de usar algo, no solo como herramienta inmediata, sino como símbolo, como algo que se refiriera a otra realidad.

Si solo buscamos la certeza, si solo buscamos lo tangible, si solo buscamos verdades analíticamente demostrables, nos vamos a dejar llevar por la inercia. Necesitamos el símbolo, necesitamos la imaginación para examinar críticamente las premisas y para ampliar los horizontes del pensamiento humano. Necesitamos amplitud de miras, y esa amplitud de miras no responde solo a un pensamiento analítico que cribe la realidad, responde también a la imaginación, a la creatividad, por eso es tan importante el arte en la educación, incluso para un gran científico, porque de lo que se trata es de potenciar la imaginación con el mayor número de estímulos posibles; luego ya lo filtraremos, pero lo primero es tener imaginación.

A Einstein todo el mundo lo considera el mayor genio científico del siglo xx. Pero a veces se suele olvidar que él no era un científico al uso, él se dejaba guiar por la intuición en la mayor parte de sus pensamientos, por la imaginación, y él estaba convencido de que luego la realidad le daría la razón, pero se dejó llevar por la intuición y la imaginación. Había personas, grandes científicos que eran del mismo nivel intelectual que Einstein, de su inteligencia. Estoy pensando en Max Planck. Max Planck fue un gran físico, es el padre de la teoría cuántica, pero, sin embargo, era mucho más conservador, era mucho más receloso de innovar —aunque él tenía muchas ideas— porque diría, «bueno, esto no va a funcionar o me van a criticar, o no va a tener valor para la ciencia». Einstein era mucho más atrevido, más iconoclasta. Claro, el que al final acabó descubriendo la teoría de la relatividad general fue Einstein. Esa valentía, esa imaginación, no es solo algo analítico y no depende solo del nivel intelectual de la persona, depende de otros

factores, muchos emocionales; la osadía, la valentía, eso no es algo puramente intelectual, es también emocional. Evidentemente, el conocimiento es más que la información y ya he dicho que hoy en día tenemos una cantidad abrumadora de información; ya desde el año 2007 *Wikipedia* se convirtió en la mayor enciclopedia de la historia de la humanidad, superando al gran canon del Emperador Yonglé en China, el tercer emperador de la Dinastía Ming, que comisionó a todos los sabios de China para que reunieran los grandes libros que se habían producido en China y reunirlos en una enciclopedia (era la mayor enciclopedia de la historia de la humanidad). Esto es interesante recordarlo, pues aunque evidentemente la cultura occidental haya sido la más exitosa en los últimos tiempos, hasta prácticamente la invención de la imprenta lo que había producido Occidente en el plano intelectual era una fracción de lo que se había producido en la India y en China. Por supuesto, en India y en China siempre ha habido más población, pero muchas veces uno ve solo la historia desde la perspectiva occidental; ya digo, la mayor enciclopedia del mundo en el siglo xv se había hecho en la Dinastía Ming, con el tercer emperador Yonglé. Pues *Wikipedia* en 2007 ya era más grande que el gran canon del Emperador Yonglé. Y hoy en día no quiero ni pensar cuánto ocupa *Wikipedia*, por ejemplo en inglés. ¿Vamos a ser capaces de controlar tanta capacidad de información?

Lo importante no es solo la información, sino la jerarquización de información: cuál es menos relevante y cuál es más relevante, porque solo así vamos a poder usar esa información como conocimiento, es decir, el conocimiento es la información de la que yo soy consciente y que puedo justificar, puedo demostrar de dónde viene esa información, y esta es la clave del éxito de la ciencia. Solo si somos capaces de extraer conocimiento de la información vamos a poder usarlo para romper dogmas, romper consensos y romper modas. El conocimiento es el mayor antídoto contra estos tres fantasmas del intelecto. Es muy arriesgado tanto en ciencia como en educación o en filosofía dejarse llevar simplemente por las modas, y como hay tanta información hoy en día es muy fácil dejarse llevar por las modas, pero evidentemente lo que necesitamos es esa distancia crítica.

Como reflexión final quería incidir en esta dimensión de apertura de la mente que tiene el conocimiento, porque efectivamente

el conocimiento tiene una característica ética, yo creo que el conocimiento es el gran aval ético de la humanidad. Muchas personas pueden pensar que esto es idealismo, intelectualismo socrático y, evidentemente, no siempre las personas que más saben han sido las más ejemplares éticamente, pero si analizamos las características del conocimiento y las características del proceso de adquisición del conocimiento podemos darnos cuenta de que estamos ante el mayor aval ético de la especie humana. Para adquirir conocimiento, lo primero que tengo que hacer es relativizarme a mí mismo, tengo que humillarme a mí mismo y decir «no sé». Si quiero saber algo es porque reconozco que no lo sé; esta es también una de las características que muchos historiadores atribuyen al progreso occidental. Con la dinastía Ming en China —que, como saben, transcurre de los siglos xv al xvii—, China era un país mucho más desarrollado que Europa a nivel tecnológico, en el plano de las invenciones; en muchos aspectos era una cultura más desarrollada. Pero hubo un momento en el que la cultura china se cerró a los estímulos externos. Dijeron «no, nosotros somos superiores a estos bárbaros occidentales, no necesitamos aprender de ellos». Es verdad que Occidente no lo hizo por idealismo, porque en el fondo lo que quería era ampliar las rutas comerciales, pero también tuvo siempre esa curiosidad de investigar otras culturas, de aprender de otras culturas. Esa característica de apertura de la mente es esencial para el progreso. Si uno piensa que ya lo sabe todo, que no necesita cambiar, se queda estancado. Cuanto más sabe uno más se da cuenta de todo lo que ignora y de que la cadena de preguntas es potencialmente infinita. Por supuesto hay ciertas preguntas que han sido resueltas, y podemos tener una certeza más o menos sólida de que por ahí no va a haber nueva investigación. Pero esos casos son muy limitados. En el fondo, cuando pensamos que una verdad es sólida, irrefutable, incuestionable, siempre puede venir alguien que sacuda los cimientos de esa verdad. Por ejemplo, lo vimos con la teoría de la relatividad, cuando todo el mundo pensaba que la teoría de Newton era inquebrantable y vino Einstein y dijo «no, no os habéis dado cuenta de esto».

El conocimiento inspira humildad, entusiasmo, es decir, deseo de aprender y, sobre todo, un sentido estético; no solo hay contenido, no solo hay información, no solo hay conocimiento, hay belleza y ¡qué maravilla la de la mente humana, que haya podi-

do condensar toda la estructura del universo en una sola fórmula, desde cualquier galaxia hasta la estructura del planeta Tierra! Ahí tenemos a Pitágoras, que conjugó conocimiento, ciencia, con ese sentido estético, con la belleza que había en los números.

La lógica se guía por la racionalidad, por la necesidad de reglas, premisas, consecuencias. La imaginación necesita de analogía, de algo que no se puede reducir a la necesidad de la lógica, pero ambas son necesarias. Necesitamos tanto la lógica, el elemento que filtre la corrección de nuestras afirmaciones, como la analogía, la imaginación. La imaginación es lo que nos abre al conocimiento, es lo que nos abre a la libertad.

En el fondo, el conocimiento lo que exige es comprender, evidentemente comprender lo que ya se sabe pero también convivir con la contradicción y con la paradoja, con el *no sé*, con lo que todavía no se ha descubierto. Tomar conciencia de los límites es también tomar conciencia de las contradicciones que hay en todo discurso intelectual humano, no hay ninguno que sea pleno; «La verdad es la totalidad» decía Hegel, pero no tenemos la totalidad, luego no podemos tener la verdad completa.

Tomar conciencia de los presupuestos y reconciliar opuestos es lo que hizo Einstein, reconciliando la mecánica de Newton y el electromagnetismo de Maxwell, que parecían opuestos.

Ser o no ser...; es ser y no ser, y tenemos que integrar el ser y el no ser, lo que ya se sabe con las contradicciones de todo discurso.

No existe un sistema conceptual perfecto, siempre vamos a convivir con la ambigüedad. Lo fácil es refugiarse en certezas aunque no se tengan; lo difícil es aprender a convivir con la ambigüedad, por eso es también el desafío de la humanidad, porque la creatividad es potencialmente infinita.

El problema para todas estas ideas —que evidentemente son genéricas, pero que luego tendrían aplicaciones prácticas—, es el sistema educativo, porque siempre denunciamos la rigidez del sistema educativo, como por ejemplo que a una persona que quiera aprender más no se le flexibilice el curso, pero hay otra rigidez más sutil y a mi juicio más profunda. Primero, en el colegio y en la universidad se nos transmite la ilusión de inmutabilidad, la idea de que el conocimiento ya está prácticamente hecho: no hay nada que aportar a esos manuales tan gruesos. Uno se puede sentir abrumado, «qué voy a hacer yo si aquí ya está todo el conocimiento

contenido»; parece que ya está todo hecho; en vez de transmitirnos la duda, la pregunta, «esto que sabemos es un ápice de lo que falta por saber». Y luego, sobre todo, se nos enseñan hechos e ideas, pero no se nos enseña cómo llegar a esos hechos e ideas; lo interesante no es si Kant dijo x o y, sino cómo Kant escribió la *Crítica de la razón pura*, cómo Einstein llegó a esa teoría; no solo el hecho, sino el proceso que lleva a la adquisición del hecho.

El cultivo del conocimiento va a exigir estímulo, independencia, y esto es a veces muy difícil, sobre todo en una sociedad tan interconectada como la nuestra. Cada vez es más difícil ser independiente, la introspección y la profundidad. De nuevo, en nuestra sociedad —que a veces es nuestra bendición pero también nuestra maldición— tenemos mucha información y mucha conexión, pero eso también puede hacernos superficiales, no desarrollar una mente de profundidad e introspección.

Cultivar el conocimiento y cultivar los procesos que nos llevan al conocimiento es lo que nos puede ofrecer un futuro digno de la humanidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Nota: La sección del capítulo primero titulada «Tres grandes bases teóricas para la unificación del saber» apareció en *Tendencias21* en enero de 2016. El capítulo «Especialización e integración» reproduce, con ligeras modificaciones, el trabajo «La integración del saber ante el especialismo», incluido en el volumen *La razón ante la tecnocracia*. El primer apéndice, «Sir Charles Sherrington y la naturaleza de lo mental», fue publicado en *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía* 19/2 (2014), 207-227. El segundo apéndice, «¿Es compatible el concepto de libertad con la investigación neurocientífica?», figura como parte de un capítulo del libro C.E. Vanney – J.F. Franck (eds.), *¿Determinismo o indeterminismo? Grandes preguntas de las ciencias a la filosofía*, Ediciones Logos, Buenos Aires 2016, 369ss. Salvo en algunos pasajes, he preferido dejar prácticamente inalterados estos escritos, que a mi juicio resultan perfectamente armonizables con las restantes secciones del libro, pues abordan cuestiones estrechamente relacionadas con los principales interrogantes filosóficos planteados.)

- ABEL, T., Nguyen, P. V., Barad, M., Deuel, T. A., Kandel, E. R., & Bourtschouladze, R. (1997). «Genetic demonstration of a role for PKA in the late phase of LTP and in hippocampus-based long-term memory». *Cell*, 88(5), 615-626.
- AUMANN, R. J. (2006). «War and peace». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(46), 17075.
- BERKELEY, G. *A treatise concerning the principles of human knowledge*. Dover, Mineola 2003.
- , *The Analyst; Or, A Discourse Addressed to an Infidel Mathematician: Wherein it is Examined Whether the Object, Princi-*

- ples, and Inferences of the Modern Analysis are More Distinctly Conceived, Or More Evidently Deduced, Than Religious Mysteries and Points of Faith.* J. and R. Tonson and S. Draper, 1754.
- BLANCO PÉREZ, C. (2013). «Vida, interioridad y lucha. Una definición de la vida en diálogo con H. Plessner y H. Jonas». *Ideas y valores*, 62(151).
- , (2013) «Sir Charles Sherrington y la naturaleza de lo mental». *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía* 19.2.
- , *Conciencia y mismidad*. Dykinson, Madrid 2013.
- , *Grandes problemas filosóficos*. Síntesis, Madrid 2015.
- , *Historia de la neurociencia. El conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar*. Biblioteca Nueva, Madrid 2014.
- , *Lógica, ciencia y creatividad*. Dykinson, Madrid 2014.
- , *Más allá de la cultura y de la religión*. Dykinson, Madrid 2016.
- , (2016). «The integration of knowledge». *Cadmus* 2/6, 111-117.
- , (2017). «Philosophy, neuroscience, and the gift of creativity». *Argumenta philosophica* 3, 95-108.
- , (2017). «The role of presuppositions in the social sciences». *Cadmus* 2/3, 85-95.
- BLISS, T. V., & Collingridge, G. L. (1993). «A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus». *Nature*, 361(6407).
- BOURGUIGNON, J.-P. (2002). «Mathematicians in France and in the world». *L'Explosion des Mathématiques*, 92-97, SMF.
- BRENTANO, F. *Psychologie vom empirischen Standpunkt*. Duncker & Humblot, Leipzig 1874.
- CANTOR, G. (1895). «Beiträge zur Begründung der transfiniten Mengenlehre.» *Mathematische Annalen* 46.4: 481-512.
- CHANGEUX, J.-P. *L'homme de vérité*. Odile Jacob, Paris 2002.
- , (2013). «The concept of allosteric interaction and its consequences for the chemistry of the brain». *Journal of Biological Chemistry*, 288/38, 26981.
- CLIFFORD, W. K. (1878). «On the Nature of Things-in-Themselves». *Mind* 9/3, 57-67.
- DEHAENE, S. *The number sense: How the mind creates mathematics*. OUP USA, 2011.
- DENNETT, D. *La Conciencia Explicada. Una Teoría Interdisciplinar*. Paidós, Barcelona 1995.

- ECCLES, J.C. – Gibson, W.C. *Sherrington. His Life and Thought*. Springer International, Berlín 1979.
- EINSTEIN, A. (1905). «Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt». *Annalen der physik*, 322(6), 132-148.
- ELBERT, T., PANTEV, C., WIENBRUCH, C., ROCKSTROH, B., & Taub, E. (1995). «Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players». *Science*, 270(5234), 305.
- FEYNMAN, R. *The Feynman Lectures on Physics*. Narosa, Nueva Dehli 1965.
- FREGE, G. *Grundlagen der Arithmetik: Studienausgabe mit dem Text der Centenarausgabe*. Meiner Verlag, 1988.
- FREUD, S. *Proyecto de una psicología para neurólogos*. Alianza, 1992.
- GELL-MANN, M. (1996). «Nature conformable to herself: Some arguments for a unified theory of the universe». *Complexity*, 1(4), 9-12.
- GERHARDT, C. I. (ed.). *Leibnizens mathematische Schriften: Vol.: 6-7*. Verlag von A. Asher & Comp., 1863.
- GRANIT, R. (1982). «Interactions between Pavlov and Sherrington». *Trends in Neuroscience* 5, 182-186.
- GREENSPAN, R. J. (2009) «Selection, gene interaction, and flexible gene networks», *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- HEGEL, G.W.F. *Enciclopedia de las ciencias filosóficas en compendio: para uso de sus clases*. Vol. 99. Alianza Editorial, 1999.
- HOLLIDAY, R. (2006). «Epigenetics: a historical overview», *Epigenetics*, 1/2, 76-80.
- HOOFT, G. T. (2007). «A mathematical theory for deterministic quantum mechanics». In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 67, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- HUXLEY, Th. «Bishop Berkeley on the metaphysics of sensation», en Th. Huxley (ed.), *Hume with Helps to the Study of Berkeley*, Macmillan, Londres 1897, 251-252.
- JAMES, W. *The principles of psychology*. Read Books Ltd, 2013.
- KANDEL, E. R. (1998). «A new intellectual framework for psychiatry», *American journal of psychiatry*, 155/4, 460.
- KANDEL, E. R. – SCHWARTZ, J. H. - JESSELL, Th. M. *Principios de Neurociencia*, McGraw Hill, Madrid 2001.
- KANT, I. *Crítica de la Razón Pura*, Alfaguara, Madrid 2000.

- KEYNES, J. M. *A Treatise on Probability*, Macmillan, Londres 1921.
- KIRSCHNER, M. W., Gerhart, J. C., & Norton, J. (2006). *The plausibility of life: Resolving Darwin's dilemma*. Yale University Press.
- KLAUSBERGER, T., & Somogyi, P. (2008). «Neuronal diversity and temporal dynamics: the unity of hippocampal circuit operations». *Science*, 321(5885), 53-57.
- KLINE, M. *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días*. Alianza, 1999.
- MERLEAU-PONTY, M. *Phénoménologie de la Perception*, en *Œuvres*, Gallimard, París 2010.
- MERZENICH, M. M., Recanzone, G., Jenkins, W. M., Allard, T. T., & Nudo, R. J. (1988). «Cortical representational plasticity». *Neurobiology of neocortex*, 41-67.
- NAGEL, Th. (1974). «What is it like to be a bat?», *Philosophical Review* 83/4, 435-450.
- NEWTON, I. *Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1687.
- PÄÄBO, S. (2014). «The human condition—a molecular approach». *Cell*, 157(1), 216-226.
- PENFIELD, W. *The Mystery of the Mind: A Critical Study of Consciousness and the Human Brain*, Princeton University Press, Princeton NJ 1975.
- POPPER, K.R. *Objective Knowledge*, Clarendon Press, Oxford 1972.
- PUTNAM, H. «The nature of mental states», en W.H. Capitan - D.D. Merrill (eds.), *Art, Mind and Religion*, Pittsburg University Press, Pittsburg 1967.
- QUINE, W. V. (1951). «Main trends in recent philosophy: Two dogmas of empiricism». *The philosophical review*, end of section 5.
- RYLE, G. *The Concept of Mind*, Barnes & Noble, Nueva York 1949.
- RUSSELL, B. *The principles of mathematics*. WW Norton & Company, 1996.
- , *The philosophy of logical atomism*. Routledge, 2009.
- SCHATZ, C. J. (1992). «The developing brain». *Scientific American*, 267(3), 60-67.
- SEN, A. K. (1977). «Rational fools: A critique of the behavioral foundations of economic theory». *Philosophy & Public Affairs*, 333-335.
- SHERRINGTON, C. S. *The Endeavour of Jean Fernel*, Cambridge University Press, Cambridge 1946.
- , *Man on His Nature*, Cambridge University Press, Cambridge 1940.

- , *The Brain and Its Mechanism*, Cambridge University Press, Cambridge 1933.
- SNOW, C.P. *The two cultures and the scientific revolution: The Rede Lecture*, 1959.
- SQUIRE, L. R., & KANDEL, E. R. *Memory: From mind to molecules* (Vol. 69). Macmillan, 2000.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. *El Fenómeno Humano*, Taurus, Madrid 1967.
- TONONI, G., SPORNS, O., & EDELMAN, G. M. (1992). «Reentry and the problem of integrating multiple cortical areas: simulation of dynamic integration in the visual system», *Cerebral Cortex*, 2/4, 310-335.
- VAN FRAASSEN, B. C. *Laws and Symmetry*, Clarendon Press, 1989.
- VOLICER, L. «Relationship between physiological research and philosophy in the work of Pavlov and Sherrington» (1973), *Perspectives in Biology and Medicine* 16/3, 381-392.
- VON UEXKÜLL, J. *Umwelt und Innenwelt der Tiere*. Berlin: Springer, 1909.
- WALLACE, A.R. *Natural Selection and Tropical Nature*, Macmillan, Londres 1870.
- WITTGENSTEIN, L. *Tractatus Logico-Philosophicus* (trans. Pears and McGuinness), 1961.
- ZEKI, S. (2003). «The disunity of consciousness». *Trends in cognitive sciences*, 7(5), 214-218.
- ZEMAN, A. (2007). «Sherrington's philosophical writings. A "zest for life"», *Brain* 130/8, 1984-1987.

Verba volant, scripta manent

Este libro se terminó de imprimir el 8 de marzo,
aniversario del Día Internacional
de la Mujer Trabajadora