

1

Reseñas (de experiencias)

1. Encuentro en la radio entre radioyentes asiduos a las emisiones «culturales», un biólogo y un filósofo

Se trata de saber cómo puede «la ciencia» ayudar al hombre a resolver sus problemas. Más exactamente, «cuando ya no podemos creer en las religiones, cuando las ideologías han fracasado, sólo la ciencia subsiste como fuente de verdad en la que podemos creer. Es, pues, de ella tan sólo que podemos (y es, por lo tanto, de ella que debemos) aprender cómo vivir. Cuando sus éxitos son tan espectaculares, al extremo de enviar hombres a la Luna y descubrir los secretos de la vida, es anormal que ya no nos ayude a saber cómo vivir, cómo ser más felices. Es vuestro deber, hombres de ciencia, decírnos lo que debemos hacer y cómo debemos hacerlo».

A esta petición de los radioyentes y de los organizadores de la emisión, el biólogo y el filósofo responden, *sin haberse puesto de acuerdo*, con una negativa que justifican explicando que hay un doble error: en la elección de las personas a quienes se han dirigido, y más aún en el objeto y sobre todo acerca de la investigación científica, que no es el de enunciar leyes morales. Ante esta respuesta, reacción indignada de los organizadores, quienes encuentran que ninguno de los dos invitados juega limpio. Estos se turnan entonces para defenderse cada vez con mayor ahínco, mientras la demanda se hace más y más acuciante, e incluso agresiva; por fin culmina con la siguiente afirmación: «Vuestra actitud es la de los traidores al sustraeros a vuestras obligaciones para con la sociedad. Esta os permite, lo cual es un gran privilegio, tener una ocupación que os satisface, que os proporciona muchos beneplácitos, satisfacciones intelectuales, viajes, etc. Estáis pues en deuda con ella, o más exactamente con nosotros, que no disfrutamos de tales privilegios. Para quedar en paz debéis decírnos lo que debemos hacer». Diálogo de sordos, experiencia traumática que se reanuda cuando los organizadores anuncian, a fin de confundir a los dos malos jugadores, que harán escuchar grabaciones de otros hombres de ciencia que,

ellos sí, han aceptado jugar limpio. Y entonces oímos discursos muy seguros acerca de lo que nos enseña la termodinámica sobre los fenómenos irreversibles con vistas a organizar nuestra vida en sociedad, y acerca de la filosofía moral que se deduce «científicamente» de las últimas teorías neurofisiológicas. Los dos aliados, obligados a defenderse, se ven entonces en la obligación de condenar a estos hombres de ciencia, a los que, por lo demás, aprecian en el plano de sus actividades científicas, y en la de señalar dónde han sobrepasado el ámbito de sus competencias. Pero, por supuesto que este combate, perdido de antemano, no hace sino reforzar la idea de que «esos dos individuos han sido mal elegidos; no representan en absoluto a la comunidad de los sabios buenos y responsables con los que podemos y debemos contar. Afortunadamente hay otros sabios. Desconectaremos para volver a empezar la emisión con la esperanza de que, esta vez, los organizadores harán una elección más afortunada».

2. Noviembre de 1978, el presidente y los biólogos

El 28 de noviembre de 1978, el presidente de la República propone a tres biólogos franceses de renombre la misión «de estudiar las consecuencias que los descubrimientos de la biología moderna son susceptibles de acarrear en la organización y funcionamiento de la sociedad, de reseñar las aplicaciones de la biotecnología que sean más útiles para el progreso y el bienestar humano, y proponer los medios apropiados para la puesta en práctica de estas aplicaciones» [1.1].

Tras un año de trabajo, aproximadamente, los científicos, ayudados por un equipo de especialistas, entregan un informe: *Sciences de la vie et Société*, de inmediato difundido y comentado muy ampliamente por la prensa, la radio y la televisión. Informe completo y honesto, que subraya los «puntos calientes» de la investigación biológica actual, los grandes avances de los últimos años, los enigmas que todavía quedan por resolver. La última parte, «Interactions Biologie et Société», y la conclusión exponen claramente el consenso de una amplia mayoría de biólogos en activo, que se muestran prudentes al fijar los límites de lo que cabe esperar de su ciencia en dominios tales como la política, lo social y la ética, que la desbordan ampliamente. No es, pues, el contenido del informe lo que constituye un problema —nada sorprendente conociendo la personalidad de sus autores—, sino su misma existencia, o más bien la solemnidad que ha rodeado

su petición y su entrega. De los tres estudios que el presidente de la República había pedido a los biólogos, sólo los dos últimos eran verdaderamente de su competencia: reseñar las aplicaciones más útiles de la biotecnología y proponer los medios apropiados para su utilización, con todos los límites que siempre comporta un trabajo prospectivo como ensayo de predicción y de proyección en el futuro. Limitado a estos dos puntos, se trataría de un trabajo destinado a orientar la política de la investigación de la biología, más propio de la competencia de un ministerio de Investigación que del presidente de la República. Se podía haber realizado un trabajo análogo en relación con la orientación de la investigación en otras disciplinas, ciencias físicas y ciencias humanas. Pero el carácter particular de este informe reside en el primer punto del programa de trabajo asignado por el presidente de la República: «Estudiar las consecuencias... en la organización y funcionamiento de la sociedad». Es este punto el que evidentemente interesa, no sólo a los responsables de una política de investigación, sino también a los responsables de conducir los asuntos públicos en general, y lo que justifica la petición personal del presidente y la solemnidad que la envuelve. Al mismo tiempo, esta petición es un atropello increíble de todos los escalones intermedios, y sobre todo de otros profesionales a cuyo dominio de competencia concierne, al menos por igual, el estudio solicitado: sociólogos, filósofos, moralistas, artistas. Afortunadamente, vuelvo a decirlo, el contenido del informe intenta reparar este aspecto de la situación. Así, podemos leer en él que «tarde o temprano, no obstante, el desarrollo de las ciencias (de la vida) deberá articularse más estrechamente con el devenir de la sociedad, sus esperanzas, su ética... Será precisa sobre todo una reflexión profunda y continua realizada por un grupo formado no sólo por científicos y políticos, sino también por personas de competencias diversas. Aquí se unen planificación social e imperativo ético...» [1.2]. Y en las últimas líneas: «Contrariamente a lo que se nos querría hacer creer a veces, no es a partir de la biología como se puede reformar determinada idea del hombre. Por el contrario, a partir de determinada idea del hombre es como se puede utilizar la biología a su servicio».

Pero la cuestión, aquí, es el motivo de esta petición. ¿Por qué el presidente de la República siente la necesidad de pedir a biólogos —y solamente a biólogos— una ayuda en su trabajo de estudio prospectivo de la organización y funcionamiento de la sociedad? La respuesta a esta pregunta la encontramos en boca de uno de los portavoces del presidente, quien, algunos días después de la publicación del informe, declaraba a la prensa que

las decisiones futuras del presidente serían buenas y justas puesto que estarían iluminadas por la Ciencia. Se comprende entonces el motivo esencial de esta petición, y también por qué esa ciencia tenía que ser, necesariamente, la biología, que ejerce en el público una enorme fascinación a causa de sus relaciones, reales o supuestas, con la Verdad (científica) por un lado y, por otro, con la Vida (individual o colectiva). La petición del presidente era la misma que la del público —era una respuesta a ésta— que espera del discurso de los científicos la garantía de verdad y justicia de un comportamiento social y político, incluso ético. El contenido del informe, que en cierta medida pone en guardia contra esta esperanza, no contrarresta su propia existencia, en tanto que respuesta —y justificación— de la petición.

A continuación, cambio de presidente y nuevas orientaciones del poder político en Francia. Una aproximación más democrática a los problemas de investigación científica que culmina con el coloquio nacional sobre investigación y tecnología de 1982; esfuerzos para modernizar las prácticas y aumentar los medios, no carentes de enfrentamientos con obstáculos corporativistas y sindicales. Contradicción entre el deseo de una investigación competitiva y agresiva que tenga éxito en el plano tecnológico e industrial, que permita «salir de la crisis», y las aspiraciones a una sociedad armoniosa y fraterna que permita el desenvolvimiento de la mayoría. Pero, en todos los casos, el mismo postulado implícito: el progreso científico es el único valor seguro, indiscutible, que logra el consenso de (casi) todos a partir del momento en que se trata de elegir sobre el plano social y político, las orientaciones adecuadas.

3. Versalles 1974

Coloquio internacional de biólogos moleculares y celulares, de inmunólogos y de neurofisiólogos reunidos con físicos, biofísicos y matemáticos para discutir cuestiones planteadas por el estudio de las «comunicaciones intercelulares».

Exposiciones apasionantes acerca de las estratagemas experimentales que han conducido, tras largos y pacientes trabajos, a la elucidación de las estructuras moleculares que sirven de soporte a los intercambios de información, entre células, o entre el organismo y alguna de sus células especializadas, o incluso a comportamientos colectivos de agrupaciones de células en curso de diferenciación. Exposiciones, no menos apasionantes, sobre modelos formalizados, matemáticos o no, cinéticos, termodiná-

micos o simplemente lógicos, que han permitido obtener una representación coherente de los mecanismos cooperativos por medios de los cuales se producen comportamientos colectivos de células a partir de interacciones moleculares y de membranas. En ese momento un físico sube a la tribuna para hacer la exposición que le ha sido encargada en el marco del coloquio. Se llama Bryan Josephson, es especialista en superconductividad y ha descubierto en este campo un efecto célebre que lleva su nombre, y que le ha valido el premio Nobel de física.

Primera sorpresa: escribe en la pizarra una lista de obras de referencia, para quien desee profundizar en el contenido de su exposición, lista que va de la Bhagavad-gita a las enseñanzas del Maharishi. Tras esto, expone resultados de experiencias de meditación trascendental, lo cual desencadena movimientos diversos, de sorpresa por cierto, entre los asistentes. La exposición prosigue entonces con una descripción del estado de conciencia alcanzado con esta práctica de meditación. Y a continuación «explica» este estado de conciencia invocando la posibilidad de que las células del cerebro se hallen en un estado que sería el mismo en que se hallaría la materia a una temperatura próxima al cero absoluto..., precisamente en las condiciones en que se observan los efectos de superconductividad. ¡La conductividad sin resistencia, que caracteriza tales efectos, se encontraría así en las estructuras cerebrales bajo el efecto de esta práctica de meditación...! Es demasiado: un biólogo molecular que poco antes había estado describiendo las minuciosas experiencias que habían conducido al descubrimiento de la estructura de la hemoglobina, estalla literalmente: «Nada nos obliga», grita furioso al físico, «a escuchar sus elucubraciones. Usted no respeta los convenios implícitos de un coloquio científico. Cada uno de nosotros expone aquí los resultados de experiencias reproducibles que todo el mundo puede, en principio, repetir en un laboratorio. Si lo que quiere es hablar de sus estados anímicos, éste no es el lugar». A lo cual, sosegadamente, el físico replica: «Estoy hablando precisamente del resultado de experiencias reproducibles, efectuadas con la ayuda de una técnica que cualquiera puede aplicar para verificar esta reproductibilidad...». Furia generalizada y fin de la sesión en medio de gran algarabía.

4. California en los años 1967-1968

El movimiento hippie nace, se desarrolla y se amplía a partir de las experiencias de los «viajes» con alucinógenos, esencial-

mente el «ácido», el LSD. Este, además de los efectos denominados psicodélicos sobre las percepciones sensoriales y otros estados modificados de la conciencia, produce siempre efectos neurovegetativos —percibidos agradablemente o no según el contexto— tales como sudores, palpitaciones, vasodilatación y vasoconstricción, fatiga, etc. Estos fenómenos son sentidos como flujos de calor que se expanden por el cuerpo y que un médico reconoce fácilmente y atribuye a dichos efectos neurovegetativos. Pero, para cualquier hippie, se trata de los flujos de «energía cósmica», cuya difusión acompaña, de forma completamente natural, a la prolongación de los límites de la percepción que caracteriza el *trip* («viaje»), de la misma forma que el LSD nos hace sensibles a las «vibraciones» que cada uno produce en su entorno, buenas o malas (*good and bad vibes*), capaces de producir éxtasis amorosos o crisis de ira. Se establece así un diálogo de sordos, o casi, con el médico-físico quien, armado de su esquema de interpretación psicológica y física afirma que la energía y las vibraciones no tienen nada que ver con los efectos «reales» del LSD. Diálogo de sordos porque el efecto (irreproducible!) del LSD consiste, justamente, en transformar la percepción de lo real de tal manera que la alucinación, *siendo percibida como distinta* de las percepciones habituales, va acompañada de un sentimiento de realidad que *en nada* se distingue del sentimiento de realidad habitual relacionado con lo real desde fuera del «trip». Al mismo tiempo, para un científico no especializado en la cuestión, es muy difícil admitir que se trata de una utilización correcta de las nociones de energía y de vibración, incluso cuando él mismo realiza la experiencia de esta percepción transformada de la realidad. Y si por medio de esta experiencia se llega a convencer de que estas nociones expresan mejor sus sensaciones que las más prosaicas de los efectos neurovegetativos y de simpatía-antipatía, ¿qué le queda entonces, al salir de estas aventuras, de su ciencia y de su espíritu crítico? Finalmente, para acabar de redondearlo, ¿cómo reaccionará ante las sabias disertaciones de sus colegas psicoanalistas acerca de la energía psíquica, su circulación, su concentración y desconcentración, todas ellas propiedades de la energía física y de su ley de conservación, traspuestas aquí sin tener en cuenta que no se trata de ninguna de las formas conocidas de energía física (calorífica, mecánica, eléctrica, química)? Tercer empleo «científico(?)» de la palabra «energía» que no tiene mucho que ver con los otros dos... sin contar con el uso cotidiano («Hoy se levantó lleno de energía»).

5. Córdoba 1979: coloquio «ciencia y conciencia» [1.3]

Hombres de ciencia, algunos de ellos de prestigio, se reúnen con hombres versados en las grandes tradiciones religiosas de Oriente y Occidente, del Islam y de Israel. Amplia participación, además, de psicoanalistas (en su mayoría junguianos) que, por el estatuto particular de su disciplina, se sitúan en un tercer campo específico del conocimiento y de la práctica científica. El objeto del encuentro consiste en reanudar el diálogo interrumpido varios siglos atrás entre la búsqueda de explicaciones racionales del mundo y los últimos logros en la ciencia del siglo XX por una parte, y las enseñanzas de las tradiciones místicas sobre los aspectos ocultos de la realidad por otra.

En el centro de los debates, la mecánica cuántica (más generalmente la microfísica) y la conciencia cósmica. El mismo físico y premio Nobel cuya exposición había sido interrumpida en la reunión comentada anteriormente, puede ahora desarrollar a placer sus teorías, en las que las experiencias de meditación trascendental son interpretadas con términos de la física, y la física con términos de los estados de conciencia. Se trataría de una nueva forma de aproximarse a la física; la científicidad estaría garantizada por el hecho de que el conocimiento que le sirve de base y que proviene de las tradiciones místicas y espirituales «se fundamenta en experiencias que ponen en juego estados de conciencia bien definidos y controlados» [1.4]. El fundamento de esta aproximación se encuentra, por supuesto, en la anulación de la distinción sujeto/objeto, que no sería más que un momento lamentable del modo de pensamiento occidental y del que, por suerte, las tradiciones orientales se encuentran liberadas. Por lo demás, la ciencia occidental ya estaría madura para dejar atrás esta distinción y reencontrar así las tradiciones místicas, gracias al reconocimiento del papel del observador en mecánica cuántica y al del cálculo de probabilidades en la descripción de lo real (!). En fin, la biología, sobre todo la del sistema nervioso, no se hallaría atrasada respecto de la física para estimular esta fusión y estos reencuentros, proporcionando las claves de una articulación unificada materia-vida-conciencia.

Estos temas reaparecen una y otra vez, de distintas formas, a lo largo de las casi 500 páginas de las actas del coloquio. Después de la física a través de la tradición védica de la India y de las enseñanzas del Maharishi Mahesh Yogi, el Tao de la física nos explica de qué forma se impone una nueva visión de la realidad debido a que «conceptos como la materia, el espacio, el tiempo, la causa y el efecto, etc., que intervienen en física ató-

mica y subatómica, no tienen casi nada en común con las ideas clásicas correspondientes» [1.5]. Y esta «nueva visión se nos revela muy próxima al pensamiento de los místicos, sobre todo al de las tradiciones místicas extremo-orientales: hinduismo, budismo, taoísmo». La visión engañosa de la realidad de la que por fin estamos saliendo, es la del mundo como máquina inerte hecha de entidades aisladas unas de otras, separada de la conciencia y del alma por el dualismo «cartesiano» al que da forma la mecánica de Newton, cuyo modelo ha dominado todo el pensamiento científico desde la segunda mitad del siglo XVII hasta finales del siglo pasado. A ella se oponen a la vez la visión oriental, de naturaleza «orgánica», «dinámica», «viviente», y la que nos propondría la física moderna, de un «tejido cósmico» hecho de estructuras (*patterns*) en el cual la «realidad última» no es ya la de los «ladrillos elementales de la materia» sino un «tejido dinámico de sucesos interdependientes» [1.6].

Algunas citas del físico W. Heisenberg comparadas con las del budista tibetano Lama Govinda y otros, nos convencen de que la física cuántica habla un lenguaje «oriental».

Una interpretación emparentada con la del papel de las probabilidades, y siempre con la invocación del papel del observador en mecánica cuántica, va luego a permitir franquear una nueva barrera en el camino hacia la unificación cosmos-materia-conciencia: ¡la barrera que nos impedía hasta ahora considerar como científicos los fenómenos parapsicológicos de psicokinesis y precognición! [1.7]. Pues con la ayuda de la teoría de la información se pretende que comprendamos que por observador debe entenderse no la operación de observar y medir [1.8], sino una influencia directa de la conciencia del observador (¿o del cosmos a través de él?): «La naturaleza del problema fundamental, así planteada, aún no ha sido penetrada y afecta indudablemente a la raíz de la relación entre cosmos y conciencia».

El autor, O. Costa de Beauregard, se basa además en formalizaciones de microfísica, en donde todo ocurre como si las partículas elementales «remontasen» el curso del tiempo, y también en el problema conocido en mecánica cuántica como de la no-separabilidad. Y concluye: «Las simetrías asociadas pasado-futuro y conocimiento-organización implican (se puede demostrar con *fórmulas*) que el observador es *también* actor y, por tanto, que lo que los parapsicólogos llaman “psicokinesis” debe *lógicamente* sufrir una minoración. Si el futuro existe en acto y si no hay que descartar las ondas convergentes, la “precognición” también debe, lógicamente, sufrir una minoración. La telegrafía indirecta en el «más allá» físico y por zigzags, de Feyn-

man, implica “telepatía” y “telekinesis”, y *esto* es precisamente lo que asustaba a Einstein, quien habló dos veces de “telepatía” en este sentido en 1949; a Schrödinger, quien desliza en 1935 la palabra “magia”; y a Louis de Broglie, quien ve en 1956 una “incompatibilidad con nuestras ideas clásicas de espacio y tiempo”. En muchos lugares de los Veda se lee que la *separabilidad* es una *ilusión relativa* a nuestra aproximación *pragmática*. Si se adquieren estados conscientes superiores, éstos implican conocimiento del pasado, del futuro y de lugares lejanos, así como posesiones de poderes paranormales...» [1.9].

Esta misma tesis es la que a continuación desarrolla detalladamente otro físico, a partir de un análisis y de una interpretación del problema de la medida en mecánica cuántica, conocido con el nombre de colapso de la función de onda.

En fin, con este coloquio de Córdoba, tenemos derecho a una serie de interpretaciones convergentes que desembocan, en líneas generales, en las mismas conclusiones: la unidad del espíritu y de la materia en un espiritualismo cósmico donde el universo se describe en términos de conciencia, de voluntad y de vida interior, reencontrando con ello las enseñanzas de las tradiciones místicas (tanto grandes como pequeñas).

6. Primeras preguntas

Habiendo tenido la posibilidad de estudiar y practicar desde el interior una de estas tradiciones, no puedo dejar de plantear dos tipos de preguntas. ¿Cómo se efectúa esta fusión de segundo grado, fusión de las tradiciones científicas y místicas tanto tiempo separadas (por lo menos explícitamente), de las materialistas y espiritualistas, que se unen de pronto en un reconocimiento... de la fusión cósmica materia-espíritu? ¿en qué medida esta fusión no es confusión, con y sin juego de palabras? Y además, ¿por qué? ¿Por qué esta convergencia, esta unanimidad en la búsqueda de esta unidad hasta el extremo de que representantes de tradiciones religiosas y espirituales hayan podido parecer a veces sobrepasados por el afán de emulación de los físicos, cuando está claro que la física por sí sola, si bien plantea problemas como cualquier otra ciencia en desarrollo, no impone para nada estas interpretaciones?

Los cambios de sentido que acompañan a las interpretaciones espiritualistas de la teoría de la información, de la paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen (no-separabilidad), de las relaciones de incertidumbre de Heisenberg, de los efectos de la observa-

ción y de la medida en mecánica cuántica, han sido analizados y denunciados a menudo [1.10]. Pero la utilización del problema de la medida, conocido como colapso de la función de onda en mecánica cuántica, como base de un «modelo para la psicokinesis», representa ciertamente una cumbre que merece ser analizada con detalle.

7. Conciencia cósmica y colapso de la función de onda

En el formalismo de la mecánica cuántica, una partícula elemental, como un electrón, y su comportamiento se describen por medio de una función matemática (la función de onda) que se puede utilizar para representar una probabilidad de presencia de cierta cantidad de energía en una región del espacio. En las experiencias de franjas de interferencias que pueden realizarse con estas partículas, al igual que con las ondas luminosas, haciéndolas pasar a través del equivalente experimental de dos ranuras próximas, las interferencias son el resultado de que la función de onda de cada partícula se ha extendido por el espacio en una región que cubre ambas ranuras. Y en ciertas condiciones, sus probabilidades de pasar por una u otra son iguales. Un haz con gran número de electrones se distribuirá pues, estadísticamente, entre ambas ranuras; esto es lo que reproducirá, en cada punto, condiciones semejantes a las que producen las ondas luminosas, y dará lugar al fenómeno de las franjas de interferencias. Pero, por lo que concierne a cada electrón, uno por uno, no sucede lo mismo si lo consideramos como una partícula localizada en el espacio: no puede pasar más que por una de ambas ranuras y en ningún caso por ambas a la vez. De hecho, se puede detectar el paso de los electrones de tal manera que aparezcan individualizados, y se comprueba perfectamente que el aparato de medida indica, para cada electrón, una sola posición (en una de las ranuras). Todo ocurre como si, antes de ser detectado, cada electrón se encontrase ocupando una posición extensa en el espacio que recubre ambas ranuras, al igual que una onda luminosa, tal como indica la función de onda del electrón; y que el solo hecho de detectarlo a la salida de una de las ranuras reduce su función de onda únicamente a la región del espacio que recubre esta ranura. Además, la idea habitual de que el aparato de detección y de medida introduce una perturbación en el electrón *no basta para dar razón de esta reducción*. En efecto, el formalismo utilizado (la ecuación de Schrödinger) puede describir esta perturbación bajo la forma

de una función de onda modificada que tiene en cuenta el estado cuántico del aparato de medida. En virtud de las propiedades matemáticas de este formalismo (superposición lineal de dos o más funciones de onda diferentes), la función de onda modificada recubrirá siempre ambas ranuras. Sea cual sea el sistema físico de observación y medida, comprendido el ojo y el cerebro humanos, si obedece a las leyes físicas descritas por la mecánica cuántica, no modificará la función de onda del electrón observado sino de tal forma que recubre ambas ranuras. Ahora bien, la observación del aparato de medida muestra una sola posición de la aguja de un limbo indicando, por ejemplo, la presencia del electrón en una sola ranura. La conclusión habitual consiste en afirmar que el hecho mismo de observar la partícula implica un colapso de la función de onda, es decir su reducción a una sola región del espacio. Y esta reducción no se puede explicar por las propiedades físicas del aparato de medida, puesto que se admite que éstas están perfectamente descritas por la ecuación de Schrödinger.

Esta dificultad es la que ha conducido a algunos de los físicos más importantes (E. Wigner, J. von Neumann...) a la conclusión de que, en este caso, la observación hace intervenir un sistema que no obedece a las leyes de la mecánica cuántica. Dado que éstas deben cubrir toda realidad material, se deduce que el efecto de la observación sobre la función de onda es el de una realidad no material que no puede ser sino la conciencia del observador. ¡Se trata de una «explicación» que, para un físico, plantea por lo menos tantos problemas como pretende resolver, pues la conciencia del observador, en este contexto, sólo se halla definida de forma operacional y negativa: aquello que, en el hombre, toma conciencia de la posición única de la aguja en el limbo del aparato de medida, y que no obedece a la ecuación de Schrödinger! De ahí a atribuir a esta «conciencia» las propiedades que la introspección, ciertas teorías psicológicas y tradiciones espiritualistas le atribuyen, hay una distancia considerable que no vacilan en franquear los que sostienen una interpretación idealista de la física cuántica.

De hecho, como veremos [1.11], esta interpretación no viene impuesta en absoluto por la propia física cuántica. Es el resultado de cierta actitud epistemológica con respecto a la física, *que a menudo comparten físicos que se creen contrarios a ella*, algunos de cuyos representantes, en minoría, se hallaban en Córdoba. Esta actitud consiste en confundir la realidad tal como la describe la ciencia física con la realidad que llamamos física en el sentido de realidad de la materia en sí misma.

Más adelante veremos cómo muchos de estos físicos comparten esta actitud, que de hecho se basa en una metafísica materialista simple, por no decir simplista, y cómo es precisamente el fracaso de esta metafísica lo que ha conducido a algunos de ellos a una negación idealista también simplista. Pero de ahí a utilizar este idealismo como «modelo de la psicokinesis», fundamento físico de los poderes paranormales de modificación de la materia por acción directa de la conciencia y de la voluntad, media todavía una distancia cuyo alegre franqueamiento lo deja a uno estupefacto. Y, sin embargo, todo tiene un aspecto perfectamente lógico. Por este motivo será interesante intentar desmontar los mecanismos de estas «deducciones»: puesto que es la conciencia del observador la que actúa sobre la función de onda y la reduce mediante la observación, quiere decir que hay continuidad entre la conciencia humana y la materia, continuidad que además puede enunciarse por medio de fórmulas, utilizando también la teoría de la información, con el cambio de sentido del que hemos hablado ya, y que va del cálculo de probabilidades, utilizado en una descripción objetiva de los sucesos acaecidos, a la percepción de la información por medio de una conciencia humana con sus dimensiones psicológicas, incluso espirituales. El resultado es una «teorización» de la posibilidad de deformar y modificar muestras macroscópicas de materia por acción directa a distancia, mediante una conciencia y una voluntad humanas, dando así una «explicación física» a estos fenómenos normalmente etiquetados —y no menos normalmente rechazados— con el nombre de psicokinesis.

8. Confusiones de niveles y de saberes

Se trata de uno de los rasgos más característicos de estos cambios de sentido en la utilización del lenguaje de la ciencia, sobre el que volveremos a tratar más ampliamente: el cambio de nivel de organización (de observación, de pertinencia...) saltándose toda una serie de niveles intermedios. Si la solución del problema de la reducción de la función de onda implicase realmente la posibilidad de acción a distancia de la voluntad humana sobre la materia, ello debería manifestarse ante todo en las funciones de onda de partículas elementales. En otras palabras, la experiencia de psicokinesis más simple que podríamos realizar y, a la vez, la más convincente, consistiría en obligar a todos los electrones de un haz a pasar por una sola ranura, suprimiendo así el fenómeno de interferencias. Tales experiencias

nunca han sido llevadas a cabo. Las que comentamos implican un efecto en un nivel completamente distinto de organización de la materia: muestras macroscópicas, cuya forma o estructura se verían modificadas; se trata ahora de un mundo completamente distinto al de las funciones de onda de partículas elementales, reducidas, cuando se observa su paso una a una, a una región determinada del espacio.

La interpretación no física (idealista pero aún no necesariamente espiritualista) de esta reducción provocada por la conciencia del observador, en principio, no es más que una interpretación negativa que:

1. toma buena nota de que el formalismo de la ecuación de Schrödinger no basta para dar cuenta de lo que sucede en la observación;

2. supone que este formalismo describe de forma exhaustiva la realidad física; más aún, que su estructura es la estructura de la realidad física y que todo lo que le es externo debe ser necesariamente no físico. Observemos que esta suposición es a menudo compartida por físicos materialistas que, por este motivo, aceptan considerar el problema de la medida en mecánica cuántica como un problema planteado por la realidad física y no sólo como una insuficiencia de la teoría [1.12].

Al principio, en Von Neumann por ejemplo, esto constituía sólo la comprobación de una dificultad de la teoría; y se expresaba sólo como un planteamiento (en la forma «si esto es así, todo sucede como si»... la conciencia del observador redujera la función de onda) deliberadamente provocador para subrayar dicha dificultad. Pero fue precisamente esto lo que preparó el terreno para las interpretaciones espiritualistas más avanzadas. En este estadio, la conciencia del observador que actúa sobre la medida ya no es negativa ni un defecto del formalismo, sino que se confunde perfectamente con la experiencia subjetiva [1.13] que cada uno de nosotros hacemos de nuestra existencia, de nuestro pensamiento, de nuestra imaginación y de nuestra memoria; en resumen, de todo lo que constituye nuestra «vida interior». Ahora bien, nada, con excepción del uso abusivo de la palabra «conciencia», permite este salto. En efecto, incluso admitiendo la interpretación de la medida como reducción de la función de onda por la conciencia del observador, se trataría de un efecto que se produciría en toda observación, fuera quien fuese el observador, incluso tratándose de un no-físico carente de todo conocimiento de la mecánica cuántica y de las funciones de onda. En otras palabras, se trataría del efecto de la conciencia de un observador a pesar suyo, sin que fuese... consciente

del mismo. Se trataría, pues, de un producto del inconsciente de su conciencia, o de su conciencia inconsciente. Este sería el motivo por el cual los poderes paranormales... serían paranormales en el sentido de que no se les podría observar más que en circunstancias particulares. Pero entonces, ¿qué le impediría al físico cuántico, que sí lo sabe, hacer que su conciencia actuase sobre la función de onda de manera que modificase a propósito, mediante acción a distancia sobre los aparatos de medida, los resultados de las experiencias? Lo que sucede es que, para este físico, como hemos visto, y a diferencia de los espiritualistas, la conciencia en cuestión carece de todo contenido operacional. Nadie sabe cómo actúa a distancia sobre la materia. Tan sólo es una palabra, como Dios o la Naturaleza, que se invoca cuando el resto no funciona, para tapar un agujero en la teoría. Dicho de otra forma, se echan en falta o bien una teoría de esta conciencia que sea formulada al mismo nivel de organización que el de los fenómenos microfísicos (pero entonces no se trataría ya de la conciencia humana, fenómeno psíquico, sino de una teoría de la observación y de la medida en microfísica), o bien una teoría de la conciencia a su propio nivel, el del psiquismo y el lenguaje humanos, en interacción con los otros niveles de la realidad y de la observación, *sin discontinuidad* hasta llegar al de la microfísica. Pero una teoría de este cariz no sería más que una teoría del conocimiento que sólo podría ser el resultado de una reflexión filosófica metacientífica acerca de las condiciones de producción del saber científico.

Pero, he aquí que aparece una tercera vía, la de una invocación de enseñanzas que podrían hacer el papel de esta teoría de la conciencia, pero que provienen de tradiciones de conocimiento distintas, extrañas, o incluso opuestas en su estructura a la del conocimiento científico desarrollado en Occidente.

Sin constituirse en guardia de fronteras del saber científico, es interesante reflexionar en las implicaciones de este tipo de ejercicios y en cómo las condiciones en las que estas trasposiciones, siempre peligrosas, pueden conducir a intuiciones fecundas o a delirantes simplezas.

Las experiencias que hemos relatado comportan un aspecto —ejemplar y caricaturesco cuando se trata de hombres de ciencia de gran valor como en la segunda y la cuarta— de confusión de niveles y de bruscas trasposiciones analógicas sin distanciamiento. Lenguajes y teorías elaborados en cierta disciplina y plenos de sentido cuando se trata de explicar fenómenos descritos en el nivel de observación que caracteriza a esa disciplina, son traspuestos tal cual a otros niveles, que corresponden a otras

disciplinas en las que estos lenguajes y teorías no tienen en absoluto el mismo sentido: por ejemplo, la supraconductividad de la física de los sólidos que «explica» la naturaleza de estados de conciencia modificados, producidos por una técnica de meditación; y, en sentido opuesto, la conciencia del observador, eventualmente confundida con una conciencia cósmica, que «explica» las paradojas de la mecánica cuántica de la microfísica. El carácter chocante de estas trasposiciones para la mayoría de los que practican la investigación científica es bastante evidente, y su carácter abusivo ha sido denunciado suficientemente como para que nadie se extrañe de verlos aparecer con frecuencia bajo la pluma y en boca de investigadores valiosos que han dado ya suficientes muestras de fecundidad y originalidad en trabajos científicos de valor indiscutible. En la mayoría de los casos, el problema no existe más allá de la personalidad social de estos investigadores: si las mismas hipótesis hubiesen sido defendidas por estudiantes debutantes o por no-científicos, estarían desprovistas de toda capacidad de impacto. Serían etiquetadas de inmediato, en el peor de los casos como temibles errores que se deberían rechazar definitivamente, so pena de no aprobar ninguno de sus exámenes y, en el mejor de los casos, como divertimentos surrealistas con más o menos talento.

Por eso el fenómeno, por su repetición, merece que nos detengamos en él. Dado que estas trasposiciones son tan evidentemente delirantes, ¿por qué son retomadas con regularidad por aquellos de quienes deberíamos esperar que se mantuviesen lo más lejos posible de ellas? Y, ¿por qué las encontramos una y otra vez en un contexto místico, ya se trate de las tradiciones antiguas, ya de una mística de la ciencia que le presta su vocabulario, desnaturalizándolo subrepticia o incluso groseramente? ¿Cuál es la función de estos curiosos y multiformes diálogos entre ciencia occidental y conocimientos tradicionales en los que encontramos, mucho antes de los protagonistas de Córdoba, nombres como los de Newton, relacionado con la alquimia, de Oppenheimer con el hinduismo, para no hablar de la larga hilera de sabios-filósofos-místicos judíos, cristianos y musulmanes, desde los doctores del Talmud hasta Teilhard de Chardin, pasando por Maimónides, Avicena, los cabalistas y los sufistas? No podemos contentarnos con rechazar este fenómeno como un delirio sin consecuencias. Además de que sus consecuencias sociales están lejos de ser despreciables, el rechazo a discutirlo en nombre de una pureza racional que podría correr el riesgo de convertirse en compromiso, no se puede justificar ni siquiera desde el punto de vista de una reflexión crítica racional sobre la práctica de la ciencia.

Así, no se trata de volverse hacia la posición científicista clásica, para la cual la ciencia pura, resultado de un racionalismo triunfante, no tolera la proximidad de ningún otro modo de pensar o de aprehensión de lo real; para la cual «poética» y «filosofía» (sin hablar de «mística», naturalmente) son calificaciones peyorativas que designan discursos de segundo orden. Esta posición ha alcanzado su expresión más acabada con el programa del positivismo lógico, verdadero programa de combate de una ideología en la que las ciencias de la naturaleza, asociadas a la lógica formal, estaban destinadas a proporcionar el modelo exclusivo de un pensamiento y de un conocimiento liberadores, que colocarían a los hombres al abrigo de los errores de los irracionalismos y de sus prolongaciones en las mitologías totalitarias modernas. Si bien la intención era loable, desembocó, de hecho, en una ideología esterilizante que colocaba el conjunto de experiencias de la vida humana bajo una legislación unidimensional, la de lo formal y lo técnico (de la tecno-lógica), de lo operativo, prontamente denunciada por Marcuse y Habermas entre otros. Paralelamente, la pretensión del neopositivismo lógico de dar cuenta de la práctica de los descubrimientos científicos en su realidad social, psicológica e histórica, era cada vez más difícil de justificar ante las críticas de Kuhn, Lakatos, Quine, Feyerabend; mientras que las obras de Wittgenstein y Popper aparecían como gusanos en la fruta de esta ideología científicista, carcomiéndola desde el propio interior del neopositivismo lógico del cual compartían la aventura, si bien rechazaban los principales supuestos [1.14].

Pero, por otra parte, la epistemología moderna, en su crítica devastadora de las reglas que pretendían garantizar el acceso a la verdad y la eliminación del error, no puede justificar el tipo de confusión del que hemos citado algunos ejemplos; incluso cuando un Feyerabend [1.15] deseaba contrarrestar los nuevos dogmatismos científicistas recomendando que en las escuelas se enseñase paralelamente la teoría darwiniana de la evolución y el relato bíblico de la creación en seis días. Incluso si la vacuidad de la búsqueda de algún criterio de demarcación entre lo que estaría científicamente permitido y lo que no lo estaría aparece claramente en esta crítica, de ello no resulta que todo sea igual y lo mismo. Que lo irracional se halle en la ciencia real; que forme parte, en contra de la voluntad de los hombres de ciencia, de su comportamiento intelectual —a pesar de que ellos desearían que su intelecto estuviese completamente dirigido hacia la realización de un programa de entendimiento racional del mundo, en el que la razón triunfa ante los embates de la obs-

curidad y el error—; y que en esto se equivocan los manuales que rehacen la historia de una ciencia donde la razón triunfa a brazo partido sobre la oscuridad y el error, todo esto no implica en absoluto que nada distinga lo racional de lo irracional, la luz de la oscuridad (aun cuando tales distinciones no se opongan totalmente). Todo ello no implica, por fin, que lo distinto no sea ya distinto y, por ende, diferente de lo confuso.

No se tratará pues de enviar al limbo del oscurantismo cualquier tentativa de diálogo entre los conocimientos tradicionales y el conocimiento científico (que, por otra parte, también posee un carácter tradicional); y menos aún de prohibir a priori cualquier intento de trasposición analógica de una disciplina científica a otra. Pero tampoco es posible aceptarlo todo ni confundirlo todo. Si hemos comprendido que la pureza cristalina de la racionalidad es una apariencia engañosa que se halla inmersa por todas partes en lo irracional y en el error, que le sirve incluso de condición de emergencia, el postulado recíproco es falso: el error o el delirio no es portador de un germen de mayor racionalidad. Por tanto, es importante procurar saber cuándo nos encontramos aún en estas aguas a la vez fecundas y peligrosas en las que se pueden conjugar delirio y racionalidad, y, fuera de ellas, cuándo uno es arrastrado por una corriente que todo lo confunde. Por otro lado, el diálogo entre conocimiento científico y conocimiento tradicional puede adquirir —y de hecho ha adquirido efectivamente— formas muy distintas según los objetos que se persigan, y el contexto social e ideológico en los que se instituya. Aquí también es importante distinguir entre encuentro curioso y sugerente, y confusión de dogmas que se refuerzan entre sí sobre la «realidad última».

No intentaremos buscar nuevas reglas de demarcación, sino procurar comprender lo que ocurre —tanto en el público no especializado como en los hombres de ciencia— cuando tales diferencias son abolidas. Más concretamente, trataremos de analizar el malestar provocado por el género de confusiones de las que hemos visto algunos ejemplos, no para dictar una vez más de forma autoritaria nuevas reglas destinadas a eliminar esta molestia, sino para poner señales en un camino que lo necesita tanto más cuanto más naturalmente tortuoso y enlodado es. Camino estrecho, pues, entre el rechazo puro y simple de todo lo que no es luz de la razón tal como Occidente se la ha representado durante siglos, y la aceptación por principio de todas las confusiones bajo el pretexto de que «todo es bueno» [1.16]. Camino estrecho, además, entre el cristal de un conocimiento universitario bien elaborado, ya establecido y petrificado en «luz-al-

fin-triunfante-sobre-las-tinieblas-del-pasado», y el humo de las asociaciones desenfrenadas en las que las ausencias de estas petrificaciones sirven de justificación para regresiones oscurantistas. Pero también entre el cristal cuya disposición rigurosa y luminosa sirve de zócalo y garantía de existencia, y humareda en la que las volutas imprevisibles pueden por sí solas desembocar sobre lo aún desconocido.

Para llegar a ello, nos hará falta reconocer el carácter de juego de las actividades del conocimiento en el que lo que es serio no es serio y sólo el humor puede constituir una garantía de seriedad. Entonces la regla de las reglas, cuando se trate del juego de los juegos y no de la búsqueda de una «realidad última» fantasmagórica, consistirá en hacerlos jugar entre sí, y en encontrarse por medio de diferencias y oposiciones antes que por semejanzas.

Notas Capítulo 1

1. Carta del presidente V. Giscard d'Estaing a F. Gros, F. Jacob y P. Royer, publicada con el título *Sciences de la vie et société*, Éd. du Seuil, París, col. «Points-Actuels», 1979.

2. *Ibid.*, pág. 280.

3. *Science et conscience, les deux lectures de l'univers*, Stock, París, 1980. (Al contrario de los casos precedentes, se trata de una experiencia indirecta por reseñas de artículos de prensa y lectura de las actas una vez publicadas.)

4. *Ibid.*, pág. 31.

5. *Ibid.*, pág. 43.

6. *Ibid.*, págs. 45-52.

7. *Ibid.*, pág. 59.

8. Tratando esta cuestión de las relaciones entre entropía-información en una obra sobre la teoría de la información de 1972 (H. Atlan, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Hermann, París, 1972), ya había yo señalado las reservas que merecía esta tesis de psicologización abusiva y de interpretación subjetivista de la teoría probabilística de la información, cuando sólo había sido expuesta de una forma mucho más moderada y en el ámbito de trabajos por otra parte muy interesantes. Nada permite efectivamente hablar de información en el sentido habitual del término, y mucho menos todavía del psiquismo o de la conciencia, cuando se trata de medidas probabilísticas de la información en las que lo que se mide no es sino la incertidumbre a priori en cuanto a la interacción de un suceso medible con un aparato de medida, con exclusión de cualquiera significación y de cualquier otro efecto que este suceso pudiese tener sobre un psiquismo humano. Esta vez la tesis es mucho más radical.

9. *Science et conscience, les deux lectures de l'univers*, op. cit., págs. 68-69.

10. Ver por ejemplo J.-M. Lévy-Leblond sobre las relaciones de incertidumbre que propone designar mediante desigualdades, *Bul. S. P.*, supl. al n.º 14 (abril-mayo 1973), pág. 15; ver también J.-M. Lévy-Leblond y F. Balibar, *Quantique (rudiments)*, Interéditions, 1984, cap. 3.

M. Mugur-Shächter sobre la paradoja EPR en «Réflexions sur le problème de la localité», en *Actes du colloque du centenaire d'Einstein*, Éditions du CNRS, París, 1980, págs. 249-264, y H. Atlan sobre la teoría de la información en *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, op. cit., págs. 197-200.

11. Véase el capítulo 6.

12. Véase más adelante (cap. 6) la discusión de la actitud de F. Sel-leri que representaba, en el mismo coloquio, la oposición de los físicos materialistas.

13. Por lo demás, no sólo experiencia subjetiva, sino también objeto de disciplinas diversas como las psicologías (experimental, del comportamiento, analítica), la lingüística, la psicolingüística, la psicosociología. Por esta razón, perfectamente natural, los interlocutores que estaban de acuerdo con los físicos espiritualistas en Córdoba no eran sólo partidarios de tradiciones místicas, sino también practicantes y teóricos de psicología, en este caso casi exclusivamente de psicoanálisis junguiano. Este papel que *puede* desempeñar el psicoanálisis (pero que no está obligado a hacerlo, el junguiano tal vez más que el freudiano, pero sin que este último se halle por ello inmunizado) como cimiento de estas fusiones, se halla evidentemente ligado a la posición particular de esta disciplina, muy bien analizada por J. Lacan, que la situaba entre y al lado de la ciencia, la magia y la religión (*Écrits*, Ed. du Seuil, París, 1966, cap. 7; hay traducción al castellano: *El seminario, tomo I: Los escritos técnicos de Freud*, Paidós Ibérica, Barcelona, 5.^a ed., 1986). Volveremos sobre esta cuestión (ver más adelante, cap. 5).

14. D. Lecourt, *L'ordre et les jeux. Le positivisme logique en question*, Grasset, París 1981.

15. P. Feyerabend, *Against Method*, 1975, trad. fr. B. Jurdant y A. Schlumberger, *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, Ed. du Seuil, París, col. «Science ouverte», 1979. (Hay traducción castellana: *Contra el método*, Ariel, Barcelona, 2.^a ed., 1989.)

16. «Anything goes»: P. Feyerabend, *Contre la méthode*, op. cit.

2. Conocimiento científico y niveles de organización

1. La organización biológica

La observación de distintos niveles de organización en la naturaleza ha hecho aparecer nuevos límites en el conocimiento científico. Además de los límites, habitualmente considerados en física, de lo infinitamente pequeño y de lo infinitamente grande, en las articulaciones entre niveles aparecen ahora los límites que impone la partición en distintos niveles debido a disciplinas fundamentadas en técnicas diferentes. La existencia de estos niveles ha empezado a reconocerse recientemente, y a la vez a ponerse en duda, cuando la nueva biología ha proporcionado los materiales y los útiles de una ciencia físico-química de las organizaciones naturales. Antes, la física imponía su paradigma a las ciencias de la naturaleza, fundamentalmente bajo la forma de una teoría atómica, y después bajo la de las partículas elementales, donde la división de la materia en partículas cada vez más pequeñas hasta llegar a partículas elementales «indivisibles», debía conducir *ipso facto* al conocimiento de la realidad última. En una concepción materialista del universo, como reacción contra la teología, la realidad última constitutiva de la materia se confunde con la realidad última del universo..., nueva transformación del Dios único capaz, en todo momento, de reemplazar al Dios-Espíritu de la teología. Así es como esta concepción materialista sólo se ha podido desarrollar plenamente en un contexto cultural y una época (del siglo XVIII a la primera mitad del siglo XX en Occidente) en la que los filósofos idealistas y los del advenimiento del espíritu se habían agudizado e impuesto hasta el extremo de aparecer como el horizonte indispensable de la Filosofía, de la Cultura, de la Civilización. Se trata de la misma pretensión —rival— que ha caracterizado al conjunto de los filósofos materialistas de la ciencia, desde Voltaire y los enciclopedistas hasta Laplace, los positivistas del siglo XIX y los neopositivistas lógicos de principios de este siglo.

En este contexto, la organización de lo viviente era, a la vez que objeto de rivalidad, el pariente pobre por dos razones: o bien

como caso particular de la obra del Espíritu en la naturaleza, donde su carácter organizado y finalista constituía precisamente la prueba de su origen divino, o por lo menos espiritual, en relación a las propiedades organizadoras y finalistas del espíritu humano; o bien como caso particular de aplicación de las leyes de la física, donde la naturaleza físico-química de la materia viva constituía la prueba de que la realidad última de los seres vivos (moléculas, átomos) no es diferente de la que la concepción materialista asigna al universo entero.

A primera vista, parece como si la nueva biología (después de 1950) haya hecho triunfar definitivamente esta última concepción, después de que la concepción rival, vitalista, se haya defendido en vano durante mucho tiempo, cuando su fuerza provenía tan sólo de las insuficiencias de las ciencias biológicas anteriores a la revolución genética molecular. Hasta el extremo de que la biología molecular y la neuroquímica sirven a menudo de fundamento al reduccionismo materialista o, más exactamente, de eslabones que completan la cadena, permitiendo reducir las ciencias del ser vivo unas a otras hasta llegar a la física, y estableciendo así una paridad perfecta sobre la base de un materialismo consumado: de la psicología a la neurofisiología, de la neurofisiología a la bioquímica, y de la bioquímica a la mecánica cuántica. De hecho, estas reducciones no dejan de plantear gran cantidad de problemas, y constituyen más bien hipótesis de trabajo o bases de programas de investigación, que verdaderas teorías completas y coherentes. Estas deberían permitir un recorrido causal inverso de lo físico a lo psíquico en el que tanto la composición de una sinfonía como el descubrimiento de una ley física pudiesen ser suficientemente descritos en el lenguaje de la neurofisiología y en el que, después, esta descripción fuera *completamente* traducida al lenguaje de la bioquímica, y éste, por fin, también completamente, a fórmulas de la mecánica cuántica.

El hecho de que nada de todo esto es así y de que, sin embargo, no puede haber ciencia alguna sin postular que debe ser así, y de que, en fin, este postulado, si nos lo creemos, lleva en sí mismo un peligro de dogmatismo y de ilusión tan grande, por lo menos, como la teología y el espiritualismo, es lo que intentaré exponer aquí.

Si bien es verdad que los éxitos prácticos y teóricos de la biología molecular han conseguido contrarrestar las concepciones espiritualistas y vitalistas hasta tal punto que ya no tienen cabida en ninguna de las ciencias del ser vivo, ello no significa que la concepción materialista reductora clásica haya triunfado.

Pues la biología molecular ha impuesto un nuevo paradigma, distinto del de la física, en el que la organización en diferentes niveles de integración se ha convertido en la clave de bóveda del nuevo saber científico y en el punto de partida de nuevos interrogantes.

Por cierto que su efecto ha sido más evidente e inmediato cuando se trata del paso de lo inanimado al ser vivo. Pero también ha sufrido recaídas importantes referentes al paso de la vida al psiquismo: hemos podido comprobar que éste sigue allí, en lo más profundo, cada vez que tratamos de hacer desvariar a la ciencia, actuando como punto de encuentro de todos los deslizamientos de lenguaje, de las extrapolaciones abusivas, de los enclaustramientos absurdos en analogías cerradas. En efecto, la biología molecular, a la vez que las ciencias del ordenador (de las cuales ha tomado prestado además una parte de su vocabulario y algunos conceptos clave [2.1]), ha reforzado la tendencia a desplazar el problema clásico del cuerpo y del espíritu, o del alma y el cuerpo (el *mind-body problem* de los autores anglófonos) estableciéndolo sobre bases nuevas, llamadas funcionalistas. Estas constituyen, sin ningún género de dudas, más que la repetición de un credo materialista reduccionista fuerte, o de su negación mediante el espiritualismo, una especie de materialismo suavizado con estructuralismo, o también un estructuralismo impregnado de materialismo.

Las primeras trazas las podemos hallar en los filósofos del lenguaje que fueron los neopositivistas lógicos, los cuales intentaban eliminar cualquier metafísica de su campo de investigación reconociendo únicamente valor al análisis de las condiciones de verdad de las proposiciones. Para Ayer [2.2], por ejemplo, el problema cuerpo-espíritu no constituye un problema de relaciones entre dos entidades coexistentes en cada uno de nosotros, que serían reductibles, o no, la una a la otra, porque la existencia del cuerpo y del espíritu no se plantea en forma de entidades primeras globalizantes. Cuerpo y espíritu (y podríamos decir lo mismo de materia y conciencia) sólo son palabras que designan construcciones lógicas con las que relacionamos diversas experiencias. El problema en su forma clásica se ha creado, de pies a cabeza, por un mal uso del lenguaje, un uso metafísico, que consiste en atribuir una existencia y una realidad oculta, incluso trascendente, una substancia, a lo que sólo es el resultado de construcciones lógicas parciales y no verificadas, que descansan en experiencias indebidamente extrapoladas. De hecho, el problema debería plantearse tan sólo en el interior del trabajo científico, como un problema de relación entre dos disciplinas: la

biología, como razonamiento organizador de observaciones y experiencias en los seres vivos, y la psicología, como razonamiento organizador de las observaciones y experiencias en la producción de deseos, ideas, creencias, sentimientos, comportamientos de relación y demás. Entre estos comportamientos, objeto de la psicología, encontramos además, de forma recursiva, la producción de disciplinas de la cual los trabajos científicos, biológicos y psicológicos constituyen casos particulares.

Pero, más recientemente, la nueva biología ha descubierto y planteado la organización de la materia como el verdadero objeto de su disciplina [2.3] de dos formas. En primer lugar, no pudiendo hacer otra cosa, toma prestados a las ciencias de la información y de los organismos artificiales (máquinas programables, autómatas) los conceptos fundamentales que le han permitido sus avances teóricos. A continuación, concentra la mirada en la existencia, dentro de *un solo* organismo vivo, de varios niveles de organización, o de integración, como se los ha llamado. Esto ha tenido como efecto obligar a reconsiderar las relaciones de las disciplinas científicas entre sí, como también con la realidad que intentan describir y explicar. En efecto, ahora un mismo objeto —un organismo— es a la vez un objeto físico (atómico), químico (molecular), biológico (macromolecular, celular), fisiológico, psíquico, lingüístico, social. Y la ciencia de este objeto, en cuanto el objeto es todo esto a la vez, es la de su organización en niveles de integración, en los que éstos han sido divididos por las distintas disciplinas. El paso o la reducción de una a otra se ha convertido así en una cuestión central y sirve de motor a la investigación.

La clasificación de las ciencias ya no proviene únicamente de una preocupación filosófica: viene impuesta por el propio objeto de estudio, cuyos niveles de organización son divididos y estudiados separadamente por cada una de las disciplinas. Es decir, el estudio del objeto unificado implica el de las articulaciones entre niveles, el que, a su vez, se reduce a los diálogos o reducciones posibles de una disciplina a otra [2.4].

De este modo, la cuestión del reduccionismo no se plantea ya como corolario de una metafísica materialista, sino de nuevo, y de una forma quizá más precisa, como en los neopositivistas lógicos, a propósito del discurso científico y de las posibilidades de unificar los lenguajes de las distintas disciplinas. Este deseo o esta necesidad de unificación no tiene en esta ocasión sólo modificaciones metafísicas (por lo menos aparentemente) puesto que, al parecer, viene impuesta por el propio objeto de la investigación, el organismo vivo a propósito del cual se reen-

cuentran estas disciplinas. Negar esta unidad parece ser entonces la negación de la unidad del propio organismo, cuando la simple observación que permite identificar su existencia y su funcionamiento establece una evidencia primordial de ella. Pero es ahí por donde se desliza nuevamente el demonio metafísico que hace que nos deslicemos de la supuesta unidad del objeto a la unidad forzada de las disciplinas que lo estudian. Y es evidentemente ahí donde vemos aparecer de nuevo las dos metafísicas rivales, la del materialismo y la del idealismo. En efecto, en vez de ver en su propia organización la unidad del organismo, a pesar de todas las dificultades prácticas y metodológicas que ello comporta, es más fácil *desear* reconducir (aun cuando este deseo sea imposible de conseguir) esta unidad a la de la Materia, o simétricamente, a la del Espíritu.

2. La experiencia dividida: la satisfacción del reencuentro

En efecto, reconocer la organización de lo real en diferentes niveles como objeto propio de la ciencia de las organizaciones naturales que son los seres vivos, conduce a una situación nada confortable si se tiene la nostalgia de una realidad última. Esta nostalgia (¿monoteísta?) de una unidad del ser que se desvelaría en la ciencia es el origen de dos tentaciones simétricas: la de un reduccionismo «fuerte» en el que se expresa una metafísica materialista (en contra de un reduccionismo «débil», limitado a una *práctica* sin la cual el avance científico no podría existir); y la de un espiritualismo de la conciencia cósmica o de las matemáticas cualitativas de una neoalquimia. Ahora bien, esta organización en distintos niveles es, por lo menos, tanto la del discurso organizador con el que dividimos, unificamos, señalamos, clasificamos, explicamos, predécimos, dominamos lo real, cuanto la de lo real en sí mismo. Los niveles de organización son tanto niveles de conocimiento como niveles de realidad, pues corresponden a nuestras formas diferentes de organizar la realidad (es decir, de aplicar en ella y, a la vez, descubrir cierto orden) gracias a las distintas disciplinas del conocimiento científico. Podemos suscribir una afirmación de Heisenberg según la cual no hay ciencia de la naturaleza sino una ciencia del conocimiento que los hombres tienen de la naturaleza. Y naturalmente, debemos guardarnos de entenderlo de forma idealista, pues esta ciencia es a su vez el producto de la naturaleza, dado que es el producto de los hombres que, a su vez, son productos de la naturaleza.

Ahora bien, este bucle no es otro que el de la recursividad del lenguaje que organiza lo real (y le confiere con ello sentido y significado), siendo a la vez el producto de esta organización. Pero reconocer la existencia de este bucle no suprime la dualidad de nuestras experiencias, las de nuestros sentidos y las de nuestra imaginación, la de una realidad exterior «objetiva» y la de nuestra vida interior [2.5]; en resumen, la de lo concreto y lo abstracto, incluso si la línea de demarcación entre uno y otro es relativa a la experiencia y a la formación de cada uno de nosotros. Entre ambas experiencias, la del discurso lógico se convierte en fuente de malestar, o de sorpresa, en cuanto difícilmente clasificable: ¿se trata de lógica y racionalidad de la realidad, o bien de una malla creada por nuestro pensamiento y proyectada sobre la realidad? Desde la concepción de Galileo de un universo como un libro cuyo lenguaje serían las matemáticas, o la de Poincaré, para quien éstas constituyen el lenguaje del hombre cuanto éste estudia la naturaleza, hasta el «No hay nada más incomprensible que el hecho de que el mundo sea comprensible» de Einstein [2.6] y «La creencia en la relación de causa a efecto [en la existencia de los estados de las cosas] es una superstición» de Wittgenstein [2.7], esta cuestión no ha dejado de atormentar a los hombres de ciencia y a los lógicos. Y sólo se plantea y se responde sobre el fondo de nuestra experiencia doble, dividida, de lo concreto y de lo abstracto.

Hoy, cuando el Dios de Kepler, Tycho Brahe y Newton no es ya garantía de la unidad del mundo ni de la razón, la práctica de la ciencia supone, y al mismo tiempo crea, esta unidad en un sistema empírico-logicista donde se considera que los «hechos» son observados en condiciones de reproductibilidad que fundamenta su objetividad y consiguientemente su realidad «exterior» concreta. Simultáneamente, la lógica liga estos hechos unos con otros, fundamenta la coherencia de su tejido y, por ello, el grado de realidad «interior», al menos intersubjetivo, del conocimiento teórico y práctico que de ello resulta. En este proceso, las reglas que fundamentan ambos tipos de resultados (protocolos experimentales y reglas lógicas) se apoyan unas en otras para protegerse recíprocamente contra los peligros (¿de error, de desconocimiento, de ilusión, de delirio?) que la experiencia de cada una de estas realidades comportaría aisladamente. Cierta garantía de «verdad» se hallaría del lado de los hechos: garantía exterior contra los peligros de la imaginación, mientras que la extensión y la coherencia de la lógica constituirían la garantía interior de una generalidad posible, y por consiguiente de la existencia misma de un conocimiento.

Evidentemente, este proceso llamado «conocimiento objetivo» —expresión bastante paradójica si se reflexiona en ella— elimina así la no reproductibilidad y lo ilógico, es decir, buena parte de las experiencias de nuestra subjetividad individual (así como las de nuestra intersubjetividad, en el supuesto de que las experiencias puedan ser compartidas, aun cuando no reproducibles y perfectamente irracionales); pero incluso dentro de su campo así delimitado, no deja de plantear problemas tanto por sus éxitos como por sus fracasos; quizá más por sus éxitos que por sus fracasos. En efecto, sea cual sea la respuesta teórica que imaginemos para justificar esta unidad de lo concreto y lo abstracto —en particular el bucle de recurrencia del lenguaje, organizador de la organización que lo produce—, ésta no suprime lo inmediato de nuestra experiencia de dos realidades diferentes. Las tentativas de los teóricos para formalizar estas reglas dobles de forma que de ellas se obtengan (¿objetividad?) criterios de demarcación que permitan decidir qué tipo de proposiciones es científico y cuál no lo es, han fracasado siempre. Extrapoladas a partir de ejemplos concretos, se han visto siempre desmentidas por la observación de la práctica y de la historia de los descubrimientos científicos más ricos que la teoría, y que facilitaban así gran cantidad de contraejemplos. Por eso, al término de esta crítica de la búsqueda del criterio de científicidad (que contiene siempre, dígase lo que se diga, una connotación de criterio de verdad), nos encontramos de nuevo con el «todo está bien» de Feyerabend [2.8] o con la multiplicidad de teorías posibles de Quine [2.9] y de este modo nos vemos conducidos a un relativismo radical que, según veremos más adelante, no conduce necesariamente a un escepticismo nihilista.

Si el objetivo (y la práctica) de estas ciencias es el descubrimiento de leyes, éstas no serán, como se las llama comúnmente, leyes de la naturaleza. Lo que así se designa son más bien las reglas del juego —provisionales y eventualmente modificables— de la comunidad de científicos que intentan conocer las leyes de la naturaleza. Es sin duda por este motivo que los éxitos resultan tan sorprendentes, cada vez que una predicción teórica es efectivamente verificada. Que una máquina funcione, que los puentes no se hundan, que el cohete llegue a su destino: todo ello es mucho más sorprendente cuando se sabe cómo se produce que cuando se ignora: el sentimiento de terror maravillado producido por la ignorancia se sustituye entonces por la sorpresa de que las abstracciones de un gran número de teorías físico-matemáticas, que permiten cálculos todavía más abstractos, hayan desembocado efectivamente en algo concreto, que

funciona. Nada puede suprimir el carácter inmediato y habitual de nuestra experiencia de las dos realidades diferentes, la de lo concreto y la de lo abstracto, donde la observación de que «esto funciona» nos fuerza a reconocer que, ahí y por esta vez, han coincidido a pesar de todo. Es el carácter habitual e irreducible de esta experiencia de dualidad lo que explica la satisfacción del investigador cuando, en la verificación experimental de una predicción teórica, realiza, excepcionalmente, la experiencia contraria.

Es cierto que la biología físico-química produce ocasiones completamente excepcionales para este tipo de satisfacciones. Por un lado las predicciones se pueden efectuar a través de un gran número de etapas y de relés teóricos, mientras que por otro lado se esperan confirmaciones experimentales de sistemas «objetivos» cuyo componente natural (seres vivos cuya compleja organización no se debe a nosotros) sigue siendo muy grande respecto a los artefactos de laboratorio que constituyen las experiencias físicas ideales. En efecto, la sorpresa se ha podido atenuar —relativamente— en la práctica de las ciencias físicas, pues la realidad objetiva de los hechos se halla más y más alejada de los hechos brutos de la observación de la naturaleza para acercarse a una realidad, ciertamente concreta, pero montada artificialmente en dispositivos experimentales muy penetrados por la teoría que ha dirigido y orientado su organización. No sucede lo mismo, en absoluto, cuando verificamos sobre células vivas predicciones establecidas a partir de las teorías de la físico-química de soluciones, por ejemplo. Hacer crecer células en cultivo, utilizando todo lo que se conoce de la biología de estas células, pero evitando los obstáculos técnicos (muerte celular, contaminaciones, gran variabilidad a pesar de la estandarización de los procedimientos...) presentes en todo momento como para manifestar la resistencia de la materia y una cierta independencia de estos organismos con respecto a nuestros deseos de reproductibilidad, de uniformidad y de racionalización; y, precisamente en estas células, realizar medidas (por ejemplo de potenciales de membrana o de concentraciones iónicas) que verificarán con una precisión suficiente y de forma suficientemente reproducible los cálculos efectuados a partir de ecuaciones (teoría del potencial químico, fórmulas de Nernst-Goldman, relación de Onsager) fundamentadas en las abstracciones de la termodinámica química y de la termodinámica estadística (a su vez combinaciones de álgebra, de cálculo de probabilidades y de empirismo idealizado de la teoría de gases), aplicadas a las teorías de las soluciones electrolíticas, de la ósmosis y de la permeabilidad de

las membranas [2.10], produce una sensación de armonía preestablecida o de dominio de los sucesos (según el humor y el temperamento de cada cual!) que difícilmente las racionalizaciones teóricas de la filosofía de las ciencias logran atenuar. Felizmente, por lo demás, porque sólo esta experiencia de agrupación en una unidad coherente, producida «objetivamente» (es decir, por una naturaleza reacia e independiente de nuestros deseos de racionalización) de elementos diversos, procedentes de dominios de teorizaciones tan alejadas enfrentadas a realidades empíricas tan diferentes, es suficientemente potente como para llegar a convencernos, sin perder el carácter de sorpresa y de no-trivialidad que le proporciona su «interés».

Más aún, este sentimiento de armonía y de unidad es lo que convence no sólo a quien ha predicho y observado la verificación de su predicción, sino a todo aquel que sea capaz de seguir con detalle los protocolos experimentales y las teorías e hipótesis que han conducido a las predicciones. Y, ciertamente, la experiencia de esta satisfacción unificadora, que todo investigador espera y provoca, es la que se halla en la base del sentimiento profundo de unidad de la ciencia, que enseguida se confunde con la unidad del mundo. Y ¿qué prueba más bella, en efecto, de esta unidad que la historia ejemplar de los descubrimientos de los físicos en los años cincuenta, en los orígenes del gran comienzo de la biología molecular? Que experiencias de difracción de los rayos X mediante ADN cristalizados conduzcan, a través de su interpretación teórica cuantitativa, al esquema de la doble hélice (construcción teórica que, por cierto, nadie ha «visto» jamás, por lo menos hasta el momento); que después este esquema, acoplado al papel biológico que se les reconoce a los ADN en la transformación hereditaria de virus y bacterias, haya conducido como prueba de la hipótesis «gen = ADN» a la predicción del carácter semiconservativo de la multiplicación de los ADN durante la división celular; y que, en fin, las células sometidas a experimentación por medio de técnicas de marcaje isotópico hayan conducido a medidas que verifiquen esta predicción; que todo esto haya desembocado, unos veinte años más tarde, en el espectacular poder que constituyen las recombinaciones genéticas y la clonación no puede sino despertar la admiración ante una unidad tan grande en la diversidad; así como cierto escepticismo ante cualquier visión del mundo cuyo postulado no fuese la existencia de esta unidad basada en las teorías de la física, disciplina «de base».

Otros ejemplos de satisfacción científica que pueden producir de forma aún más espectacular creencias y profesiones de fe

unificadoras conciernen a los éxitos del método reduccionista aplicado al estudio del cerebro. Así es como el estudio sistemático del sistema nervioso de los moluscos permite entrever mecanismos de comportamiento y memorización a corto y largo término [2.11]. La modificación de un reflejo de defensa, adquirido («aprendido») bajo el efecto de estimulaciones específicas se pone, ante todo, en relación con la acción facilitadora de una neurona bien determinada en una sinapsis del eje reflejo. Esta se explica enseguida por una cadena de activaciones de enzimas que desemboca en la fosforilación de los canales membránicos al potasio, que cierra esos canales y disminuye así las corrientes de iones potasio en la terminación presináptica; esto produce un alargamiento en la duración de la despolarización eléctrica que acompaña a la excitación de la vía aferente del arco reflejo y, de este modo, produce un aumento de las corrientes de iones calcio que penetran en esta terminación; de ello resulta un aumento del número de moléculas del transmisor liberadas en la sinapsis, y así se produce un estímulo más intenso de la neurona postsináptica en el arco reflejo, de donde se sigue la acción facilitadora en cuestión. Finalmente, la misma modificación, según sea retenida por una memoria a corto o a largo plazo, o bien no implica o, por el contrario, implica la síntesis de nuevas moléculas de proteínas enzimáticas. Todo esto —esta serie de observaciones con el conjunto de protocolos experimentales que lo han permitido— establece un tejido de puentes extraordinarios entre la observación de comportamientos macroscópicos y una sucesión de sucesos celulares y moleculares muy determinados, que obedecen a las leyes habituales de la bioquímica enzimática y de la biología molecular. Este ejemplo del éxito del método reduccionista es aún más espectacular que los precedentes, por sus posibles implicaciones en relación con el problema cuerpo-espíritu. Naturalmente, la complejidad del cerebro de un mamífero, y *a fortiori* de un hombre, no se puede comparar con la del sistema nervioso de un molusco, cuyas centenas de neuronas junto con sus conexiones se pueden identificar y estudiar casi una por una. Pero asociadas a los resultados de simulaciones en ordenadores de redes de autómatas que figuran ser sus neuronas simplificadas, estos resultados permiten unificar en un solo marco teórico —que a veces se llama neoconexionista [2.12]— las observaciones estructurales y funcionales en niveles de organización muy separados. ¡Satisfacción por la reunión tras la separación, tanto mayor cuando estos resultados se confirman en redes de neuronas reconstituidas en cultivos!

3. Las tentaciones del reduccionismo

Esta experiencia de la unidad de la ciencia sobre la base de la física permite a menudo justificar una actitud reduccionista según la cual en la naturaleza todo puede explicarse a partir de cadenas causales de fenómenos físicos. Tal actitud llevada al extremo conduce a un monismo materialista, que no sólo no deja lugar alguno al espíritu, sino que tampoco lo deja al pensamiento como fenómeno autónomo, o a la voluntad, al deseo o a cualquier intencionalidad en la expresión de un yo autónomo; tampoco deja lugar a la afectividad, para no hablar del mundo del arte y de la estética, que una ciencia cabal debería ser capaz de explicar «reduciéndolos» a fenómenos físicos como, por ejemplo, interacciones moleculares en el cerebro. Pero si el reduccionismo es evidentemente una filosofía metacientífica cuando se expresa de esta forma, recubre también una práctica indisociable de la investigación científica tal como ha evolucionado hasta ahora. Es importante distinguir esta *práctica* reduccionista de las filosofías del mismo nombre, que recientemente han recibido serios golpes, tanto por parte de la propia física como de la ciencia de los ingenios organizados.

La práctica reduccionista consiste en separar un todo en sus constituyentes, con la esperanza de hallar en las propiedades de los constituyentes la forma de explicar las del todo. Podemos afirmar que toda actividad científica implica una práctica reduccionista, en la medida en que el análisis, que separa el todo en sus partes, es indispensable para la práctica de cualquier investigación científica. Sólo un postulado reduccionista permite a la práctica científica tal como existe proseguir su camino. Pues el postulado opuesto, de la irreductibilidad del ser vivo a lo inorgánico, o de lo psíquico al ser vivo y a la fisicoquímica, tan sólo desempeña un papel de freno en este método de conocimiento (aunque ello no haya sido así hasta el siglo XIX, cuando los descubrimientos de Pasteur, por ejemplo, sobre la ausencia de generación espontánea se inscribían, por el contrario, en un contexto vitalista en el que se trataría de establecer que «la vida sólo sale de la vida»). Pero este postulado de unidad puede ser aplicado, ya sea como fundamento *a priori* cuyo contenido no puede y no debe ser explicitado, ya sea como contenido de conocimiento que sería, por el contrario, una conclusión a extraer —por extrapolación, y por esto precisamente seguiría siendo un postulado— del saber científico. En ambos casos se trata de un postulado metacientífico; pero o bien se sitúa «delante» de la ciencia para permitir su práctica,

o bien «detrás» y entonces sirve de punto de partida de una metafísica.

La distinción entre estos dos tipos de unidad así postuladas es importante: les corresponden dos tipos de reduccionismo que podemos denominar respectivamente débil y fuerte. El primero es indispensable para la práctica científica, que además lo presupone. El segundo es el resultado de la creencia en este presupuesto bajo la forma de una metafísica materialista ingenua que puede resultar tan engañosa como las creencias teológicas, o espiritualistas cósmicas, a las que se opone.

Al estudiar la estructura «jerárquica» de los organismos vivos, es decir su organización en distintos niveles, el bioquímico A. Peacocke [2.13] distingue con razón una jerarquía propia de los sistemas y procesos, y una jerarquía de las teorías y los conceptos. Sólo de la segunda (*sic*) podemos hablar con conocimiento de causa, que implica una no-reducibilidad de un nivel a otro en el sentido de que los conceptos de un nivel no pueden ser conectados y superpuestos a los de otro nivel; y en el de que las leyes de un nivel superior, que lo engloban, no pueden ser *derivadas* de las de un nivel inferior [2.14]. Las trabas suplementarias no derivables de estas leyes, como por ejemplo las condiciones iniciales y las condiciones límite, o la historia de una evolución irreversible en la cual han podido intervenir factores aleatorios, son asimismo determinantes. Pero esto no impide que los procesos sean los mismos a todos los niveles, es decir, que los procesos biológicos sean tan sólo procesos físico-químicos. Ello es precisamente lo que permite que una metodología reduccionista, que presupone una unidad de los procesos, sea eficaz, como lo ha sido, en primer lugar, la biología físico-química y más tarde la biología molecular. Y así es como semejante metodología coexiste con un antirreduccionismo epistemológico, que atestigua que las teorías no son reducibles unas a otras. Este es, de momento, el caso de la teorías químicas (de la afinidad química y de las velocidades de reacciones [2.15]) en relación con las teorías físicas. Y, asimismo, la teoría biológica es autónoma con respecto a la física y la química, en el sentido de que existen ideas específicas en biología que no pueden ser concebidas o traducidas en términos de física o química (tales como sexualidad, función, adaptación, especies, evolución, etc.), aun cuando, una vez más, los *procesos* biológicos se contemplen precisamente sólo como procesos físico-químicos. Pues «las cuestiones de reducción, así como de aparición, son epistemológicas y lingüísticas, conciernen a relaciones lógicas entre teorías, descripciones, esquemas conceptuales, y así sucesivamente, tal como

se aplican a las jerarquías naturales» [2.16]. La preocupación metodológica de unidad no sólo no se opone a este antirreduccionismo epistemológico, sino que puede y debe imponerse —precisamente como metodología, o regla de juego—, aun cuando los argumentos que intentan *probar la existencia* de esta unidad a partir de la teoría científica sean en todo caso muy discutibles. Distinción, pues, entre un deseo de método necesario para proseguir una actividad científica, y un deseo metafísico conducente a una creencia que tiene la misma categoría que la de todos los idealismos, pues, como dice Heidegger, «el materialismo no es, en absoluto, algo material. También es una forma del espíritu» [2.17].

Esta distinción se identifica, de hecho, con la actitud neopositivista señalada más arriba a propósito del problema cuerpo-espíritu que aparece siempre como una obsesión en todas estas cuestiones. A condición de no verse encerrada a su vez en una ideología, esta actitud es ciertamente la más sana y la más fructífera, pues permite desplazar el problema de su marco metafísico habitual, donde es insoluble, para colocarlo en el de las relaciones entre las disciplinas biológicas y las psicológicas. Estas relaciones interdisciplinarias plantean problemas por sus diferentes técnicas de observación y experimentación y sus diferentes lenguajes, cada uno adaptado a su propio proyecto y sin solaparse. La dificultad proviene de que, como bien sabemos, en la naturaleza, estos objetos de disciplinas diferentes coexisten dentro de una misma organización y que probablemente incluso coinciden: se trata de un mismo organismo vivo del que, por un lado, la biología describe las propiedades anatómicas bioquímicas y eléctricas del cerebro, y por otro lado la psicología, o simplemente el discurso de cada cual, describe las propiedades de un psiquismo, de una persona humana dotada de intenciones, de conciencia y de inconsciencia, de deseos y de responsabilidad. Estos dos tipos de discurso, biológico físico-químico por un lado, intencional y personalizado por otro, no se solapan; de hecho, a menudo, incluso se oponen según las reglas de juego que se han dado. Y, sin embargo, conciernen a una realidad, el organismo humano, de la que se desea creer que, en cierta forma, es una, y de la que sabemos, por otra parte, que el funcionamiento del cerebro condiciona en ella, de forma necesaria cuando no suficiente, la del psiquismo. Este es, evidentemente, el nudo del problema, lo que constituye su dificultad.

4. El problema cuerpo-espíritu

Bajo la influencia de las ciencias llamadas cognitivas, nueva disciplina que reúne a psicólogos, lingüistas y psicolingüistas, lógicos y filósofos del lenguaje, neurobiólogos y especialistas en informática interesados muy particularmente en los problemas de inteligencia artificial, se puede intentar aplicar al problema cuerpo-espíritu lo que hemos logrado aprender acerca de la estructura lógica de otros sistemas organizados, naturales y artificiales, en los que también se hallan diferentes niveles de integración, caracterizados por propiedades diferentes, y técnicas y lenguajes específicos para dar cuenta de ellos. Al estar planteando el problema sobre una base no ya metafísica sino *funcional* [2.18], la cuestión que se impone con mayor precisión es, en primera instancia: ¿qué relación de causalidad hay entre el funcionamiento de un ordenador que realiza una tarea complicada, regido por un programa escrito en lenguaje evolucionado, y el estado físico de sus miles de millones de componentes electrónicos? Y para poder responder a esta pregunta, directamente traspuesta al cerebro y a sus miles de millones de neuronas como sustrato físico de las actividades psíquicas, debemos precisamente distinguir entre reduccionismo fuerte y débil. El primero es insostenible, pues queda contradicho no bien se sobrepasa cierto umbral de complejidad, incluso aunque nos quedemos en el marco de funcionamiento de los sistemas físico-químicos artificiales. El segundo es correcto pero, en el caso de una máquina, trivial, pues no dice gran cosa más allá de la simple comprobación de que el funcionamiento de la máquina se halla limitado por las restricciones que imponen sus constituyentes [2.19]. El reduccionismo fuerte admite que el análisis que separa el todo en sus partes *es suficiente* para comprender las propiedades del todo, mediante reconstitución mental en la que éstas provienen, en cierta forma automáticamente, de las propiedades de las partes. Ahora bien, sólo en organizaciones simples, en las que las partes se hallan asociadas las unas con las otras de forma aditiva y lineal, de tal modo que una propiedad del todo pueda concebirse inmediatamente, por sentido común, como una adición de las propiedades de las partes, es posible verificar el postulado reduccionista. Pero actualmente se conocen ya suficientes sistemas materiales organizados en los que no se da este caso como para que las filosofías reduccionistas sean aceptables, sin que, para ello, nos veamos obligados de nuevo a la invocación de espíritus o de misteriosos principios vitales. En particular, en el caso del funcionamiento de las máquinas organizadas constitui-

das por redes de autómatas (de las que los ordenadores son un caso particular) el postulado reduccionista fuerte no se verifica. Dicho de otra manera, en este caso nos topamos con grandes dificultades para predecir el comportamiento del todo a partir del comportamiento de las partes, como en el caso de una célula que fuese reducida a sus moléculas o de un cerebro reducido a sus neuronas. Pero en sistemas de complejidad media sucede, además, que a veces estas dificultades se pueden superar, y es precisamente entonces cuando el reduccionismo fuerte falla más, pues estas situaciones ofrecen la ocasión de experimentar en vivo, por decirlo de alguna manera, fenómenos de paso de un nivel a otro sin que exista ningún misterio en cuanto a sus constituyentes. En efecto, las soluciones que entonces se obtienen permiten deducir las propiedades del todo de las de las partes, pero *de forma no trivial*, por medio de modelos matemáticos no lineales en los que el funcionamiento del todo no es ya la simple adición de los funcionamientos de las partes. Y así, lo importante para las propiedades del todo es el modelo de organización, mientras que las propiedades de las partes no sirven a menudo sino de trabas, que imponen límites a los resultados de esta organización más bien que producirlas directamente. Incluso cuando estamos en presencia de máquinas deterministas (o de modelos deterministas en los sistemas naturales) en la medida en que su funcionamiento sólo puede ser descrito por sistemas de ecuaciones bastante complicados, el conocimiento de las propiedades de las partes no es suficiente para comprender las propiedades del todo: es indispensable el conocimiento y la comprensión de la lógica del sistema de ecuaciones. Es precisamente este conocimiento lo que hace aparecer los efectos contrarios a la intuición en relación con lo que podría haber sugerido el sentido común de las simples adiciones lineales [2.20]. Este fenómeno se observa ya en el nivel de una simple membrana (natural o artificial, aquí importa poco) que se supone atravesada por el agua y gran cantidad de sustancias disueltas ante las que dicha membrana es desigualmente permeable [2.21]. ¡Esto es lo que lleva al autor de un modelo de transporte, que permita predecir el traslado de estas diferentes sustancias, a quedarse en los límites del reduccionismo, cuando sólo se trata de un modelo extremadamente simplificado de membrana celular, a su vez un elemento aislado en la organización de una sola célula! El conocimiento de los flujos de transporte de cada especie molecular aislada *en nada* permite predecir el de todas estas especies en conjunto si no se dispone de un sistema de ecuaciones que describa los comportamientos acoplados. Ahora

bien, este sistema implica soluciones *sorprendentes*, es decir *imprevisibles* (en cuanto contrarias a la intuición del sentido común) *antes de efectuar el cálculo*. Y, a menudo, este cálculo sólo es realizable ininterrumpidamente con la ayuda de un ordenador, de modo que el resultado del cálculo que sale del ordenador no es muy diferente del resultado de una experiencia. Los resultados de una experiencia simulada por medio de un modelo en un ordenador y los de una experiencia real son también imprevisibles, aun cuando los primeros, en principio, se hallan contenidos a priori en las ecuaciones del modelo [2.22]. Se comprende así que los filósofos reduccionistas sean derrotados en su propio terreno, no por la existencia de misterios, de dificultades no resueltas, sino al contrario, por los éxitos del instrumento matemático, prolongado mediante la informática, aplicado al análisis y a la síntesis de organizaciones artificiales complicadas. Lo que hace aparecer la insuficiencia del postulado reduccionista (y, por consiguiente, su falsedad, ya que es un postulado de suficiencia), es la manera de resolver las dificultades de la síntesis. Esto ya aparece cuando los modelos deterministas son eficaces. Y todavía es más evidente, claro está, cuando los únicos modelos eficaces contienen tales elementos probabilistas que la predicción del comportamiento del todo, a través de la complicación del modelo, comporta en sí misma una parte de indeterminación. Con mayor razón todavía cuando se trata de organizaciones naturales complejas, como los sistemas celulares en desarrollo, o el cerebro, de los que no se dispone tan siquiera de un modelo completo. El hecho de afirmar que el comportamiento del cerebro en sus actividades de pensamiento es consecuencia del estado de actividad de sus neuronas y que todo pensamiento o sensación se puede describir bajo la forma de uno de estos estados, es una afirmación evidente pero *vacía en tanto que no conocemos esta descripción*. Tan evidente y vacía como la misma afirmación acerca de cualquier función de un ordenador durante la ejecución de una tarea complicada a consecuencia del estado de actividad del conjunto de uniones electrónicas que lo constituyen. Incluso en el caso del ordenador, la descripción de su estado físico y de la relación lógica entre dicho estado y la función efectuada es prácticamente imposible a causa de la sucesión de diferentes niveles de organización, desde el del lenguaje-máquina al de los programas de utilización.

Y si algún día llegáramos a conocer la descripción de cada estado de actividad neuronal correspondiente a cada pensamiento o sensación (ideal de un programa de investigación funda-

mentado en la hipótesis de la existencia de representaciones mentales), entonces las consecuencias filosóficas que podremos extraer serán, ciertamente, distintas de las que se extraen hoy día en apoyo de las filosofías reduccionistas, como si poseyésemos ya este conocimiento. La *manera* que tendría el estado neuronal para «determinar» el funcionamiento integrado del cerebro no es probablemente más simple ni más trivial que aquella mediante la cual el estado electrónico de un ordenador determina su funcionamiento lógico.

Esto excluye ya, por consiguiente, un esquema reduccionista fuerte, y más aún desde el momento en que conocemos perfectamente toda la estructura del ordenador.

Tal esquema implicaría, como hemos visto, que fuese posible traducir en el lenguaje de la física todos los fenómenos descritos y explicados en el lenguaje de otras disciplinas. El reduccionismo débil, por el contrario, como el «fiscalismo a trozos» de Fodor [2.23], extrae sus conclusiones del hecho de que, para llevar a cabo una misma función en un nivel global de organización, una máquina o un programa pueden utilizar sustratos físicos muy diferentes que obedecen a leyes físicas diferentes (válvulas, resortes y mecánica de relojería, diodos, semiconductores, moléculas enzimáticas, células nerviosas). Inversamente, una misma máquina electrónica (un ordenador programable), cuyos componentes obedecen a las mismas leyes físicas, podrá ser programado para que lleve a cabo tareas muy diversas descritas en forma de instrucciones lógicas que sólo tienen relaciones muy lejanas con el estado físico de sus componentes. La razón es, también aquí, la existencia de diversos niveles de organización, que van desde el de sus componentes y de sus conexiones hasta el del lenguaje de programación evolucionado, pasando por el lenguaje-máquina (binario), y los lenguajes de nivel intermedio del tipo ensamblador. Lo que es pertinente en cada nivel es precisamente la organización de este nivel descrito en su propio lenguaje. Por esta razón cada nivel, *a pesar de que existen evidentemente lenguajes de traducción* (como los compiladores) que nos permiten pasar de un nivel a otro hasta llegar al del lenguaje-máquina, es, *en cierta medida, irreductible* de hecho, si no de derecho, a los niveles precedentes [2.24]. En efecto, la traducción de un programa en lenguaje-máquina no es más que una serie de 0 y 1, donde es imposible que nadie descubra significación alguna, y en todo caso no la de la tarea que el programa lleva a cabo ni la de la lógica adaptada a esta tarea. Y esto no proviene únicamente de que esta traducción se realice nivel a nivel, *sin saltos*. Sino de que la traducción es, en sí misma,

local, en el sentido que no tiene otro efecto que unir e integrar elementos de un nivel en unidades más generales del nivel superior: el tipo de conexiones lógicas que, entonces, se podrán establecer *entre* estas unidades más generales no se halla contenido en el lenguaje de la traducción. Es lo propio de la actividad de programación en este nivel, que exista con su propia significación. Y ésta, aunque precise de los niveles inferiores y de los lenguajes de traducción, no es reducible a ellos en el sentido que no puede ser deducida de ellos.

Esta situación —original una vez más en cuanto resulta de la existencia de organización en niveles de integración diferentes— se puede fácilmente trasponer al análisis de las facultades cognitivas humanas (o también animales) en su relación con el *hardware* de la organización neurofisiológica. Como dice D. C. Dennett [2.25]: «Cuando se considera la investigación en inteligencia artificial como una especie de psicología cognitiva de arriba abajo, se siente la tentación de suponer que tiene como fin conseguir la descomposición de una función en un ordenador de manera, en cierta forma, isomorfa a la descomposición de una función en un cerebro. Se conocen enormes programas hechos, literalmente, de miles de millones de sucesos elementales en el interior del ordenador, y organizados para producir un simulacro de inteligencia humana. Es pues natural suponer que, puesto que sabemos que el cerebro se halla constituido por miles de millones de partes funcionales microscópicas, y puesto que existe un *abismo de ignorancia* entre nuestra comprensión de un comportamiento humano inteligente y nuestra comprensión de estas partes microscópicas, el fin último, «milenario», de la investigación en inteligencia artificial debe consistir en una descomposición de las partes de un ordenador en niveles jerárquicos, que será una réplica o una representación isomorfa de alguna descomposición jerárquica —difícil de descubrir— de las partes correspondientes a sucesos sobrevenidos en el cerebro».

Pero, contrariamente al ideal unitario a la manera de Oppenheim y Putnam [2.26], la relación con la física como «disciplina de base» no puede ser la de un reduccionismo fuerte; la descripción de sucesos elementales en lenguaje de la física no es suficiente para predecir las observaciones y las leyes en un nivel integrado tal como las describen las otras disciplinas, conservando los tipos de problemas a los que se refieren, y sin perder la especificidad debida a su nivel de observación y descripción [2.27]. El único fisicalismo posible, bastante trivial, en cierto modo, pero no vacío, observa que la organización en un nivel superior no puede ser cualquiera si tenemos en cuenta las limi-

taciones [2.28] impuestas por las leyes físicas que rigen localmente, «a trozos», la materia de la que está hecha la máquina. Dicho de otra manera, si trozos de materia regidos por las leyes de la física son indispensables para el funcionamiento integrado de la máquina —e imponen, por lo tanto, limitaciones en su organización—, no son suficientes para este funcionamiento. Mejor aún, podrá obtenerse el mismo funcionamiento por medio de otra máquina en la que los trozos de materia y las leyes físicas que los rigen localmente sean diferentes (una trampa para ratas o un tirabuzón se podrán realizar a partir de elementos físicos diversos, que obedezcan de forma muy distinta a las leyes de la mecánica, o a otras leyes físicas).

5. Reduccionismo, autoorganización y niveles de observación

Vemos así cómo los propios éxitos del automatismo y de la inteligencia artificial convierten las tesis reduccionistas fuertes en indefendibles. Incluso en una máquina puede haber emergencia y no-reducción de hecho, a pesar de la posibilidad de pasar de un nivel a otro, de traducir el lenguaje de uno de los niveles al lenguaje del otro. Pero ello muestra también que el no-reduccionismo no nos remite necesariamente a un espiritualismo, puesto que la aparición de las propiedades del nivel integrado no se debe a un alma o a un espíritu añadido a la máquina, sino a la organización de esta máquina en diferentes niveles de integración.

Se podría objetar que se trata de una organización fabricada por hombres y que no es más que la prolongación del espíritu de estos hombres. Para responder a esta objeción es interesante analizar las propiedades de los sistemas autoorganizadores. Se trata de organizaciones físico-químicas naturales (o de su simulación mediante ordenador) en las que la aparición de propiedades nuevas en un nivel integrado no es el resultado de una acción planificadora de los constructores y de los programadores.

La idea de autoorganización [2.29] se desarrolló en los años sesenta con la ayuda de diferentes formalismos como la teoría de la información, la termodinámica, la cinética química, y en la actualidad resurge con nuevo ímpetu gracias a la teoría de los autómatas y de la inteligencia artificial. Sin entrar aquí en el detalle de estos trabajos publicados en diferentes partes [2.30], la autoorganización implica necesariamente interacciones entre distintos niveles de integración, que al mismo tiempo son niveles diferentes de observación. En el marco del principio de «com-

plejidad por el ruido», describir la autoorganización como la utilidad de perturbaciones aleatorias para crear una complejidad funcional, equivalía a describir la creación de significaciones nuevas —y, por lo tanto, aún desconocidas— en la información transmitida de un nivel a otro. Sólo que, y precisamente porque se desconocen estas significaciones, esta descripción se hacía de refilón, de forma negativa, utilizando un formalismo en el que la significación de la información se hallaba explícitamente ausente, mientras que su existencia estaba implícita en el funcionamiento del sistema observado. En otras palabras, lo que para el observador que se halla en el exterior del sistema aparece como «azar organizacional» implica la creación de nuevos significados —todavía desconocidos para este observador— en el interior del propio sistema. Esto es lo que técnicamente se expresaba por un cambio del signo de la función de ambigüedad que, de negativa, cuando expresa los efectos del ruido en un nivel, pasa a positiva en un nivel más elevado cuando expresa un aumento de diversidad y complejidad [2.31].

De hecho, este cambio de signo no es más que un caso particular (matematizado) de una propiedad lógica más general (y quizá más inmediatamente comprensible), que caracteriza cualquier cambio de nivel de organización y que consiste en una transformación de lo que es distinción y separación en un nivel elemental, en unificación y reunión en un nivel más integrado.

En efecto, los elementos vistos individualmente en determinado nivel se distinguen unos de otros por las propiedades de exclusión, de separación y de diferencias que impiden confundirlos en una pura mezcolanza. No obstante, estos mismos elementos vistos como constitutivos de un todo son reunidos forzosamente por propiedades comunes que, por lo menos desde el punto de vista de esas propiedades comunes, anulan sus diferencias. Dicho de otra forma, sólo es posible pasar de un nivel elemental a un nivel más integrado transformando las propiedades de separación en propiedades de reunión.

Así, en el nivel atómico de la estructura de la materia, separamos los átomos —por lo menos conceptualmente— unos de otros por su estructura nuclear y electrónica para individualizarlos e identificarlos, diferenciándolos. Pero, cuando se pasa al nivel molecular, se trata entonces de reunir estos mismos átomos por medio de ligámenes que ponen en común alguna cosa de su estructura. Así, en un ligamen de covalencia entre dos átomos, una propiedad de su capa electrónica periférica que los diferenciaba sirve ahora para reunirlos. Estas propiedades de separación/reunión de los átomos en moléculas se hallan en el origen

de las propiedades de afinidad química de las moléculas que, respecto de las propiedades atómicas, constituyen una aparición de propiedades nuevas, que sólo se pueden observar en el todo, la molécula, a pesar de que son evidentemente consecuencia de las propiedades de las partes, los átomos.

Asimismo, el paso de las moléculas a los organismos celulares se efectúa poniendo en común propiedades que sirven al mismo tiempo para distinguir y separar moléculas diferentes. Y esta puesta en común sucede en la aparición de propiedades del todo, las de la organización celular, que se expresa en términos de información y de cibernética; asimismo en lo que concierne al paso de las células a los organismos multicelulares, en donde las comunicaciones entre células implican la puesta en relación de propiedades (a menudo de las membranas) que al mismo tiempo sirven para distinguir a unas células de otras.

Esto es absolutamente general e incluso bastante trivial, porque la manera misma de plantearnos la cuestión de la reunión de elementos diferentes en un todo implica tal cambio de punto de vista que lo que eran propiedades de separación entre los elementos deben transformarse en, o por lo menos dejar paso a, las propiedades de reunión de estos mismos elementos en un nivel más elevado.

Lo que quizás es menos trivial es la relación entre este cambio de signo, esta transformación separación/reunión, y la aparición de nuevas propiedades a un nivel más global en relación con el nivel elemental; es decir, propiedades (químicas) de las moléculas, nuevas respecto de las propiedades (físicas) de los átomos; propiedades (biológicas) de las células vivas, nuevas respecto de las propiedades (químicas) de las moléculas; propiedades (fisiológicas y de diferenciación) de los organismos, nuevas respecto de las propiedades celulares; propiedades (psicológicas) del comportamiento animal y del espíritu humano, nuevas respecto de las propiedades neurofisiológicas del sistema nervioso; propiedades (sociológicas) de los grupos humanos (o animales), nuevas respecto de las propiedades de los individuos.

Como se ve, la aparición de las propiedades específicas en un nivel de organización más global corresponde a la constitución de una disciplina propia con sus propios instrumentos de observación y de análisis, su lenguaje especializado: física, química, biología celular, fisiología y embriología, psicología, sociología. Y esto plantea, por lo demás, una cuestión a la cual, quizá, no es posible responder con certeza: ¿en qué medida la separación en diferentes niveles de integración en un sistema integrado existe «objetivamente», o bien depende de las técni-

cas de observación, de experimentación y de análisis por las que tenemos acceso a estos distintos niveles?

Es evidente, en efecto, que la imagen que nos hacemos de un organismo vivo es una reconstitución mental de las representaciones que nos son proporcionadas por técnicas muy diferentes, cada una ajustada a un nivel diferente: química y bioquímica para el nivel molecular, microscopía y fisiología para el nivel celular, anatomía y fisiología general para el nivel de los organismos, etc. *Pues es imposible observar a la vez todos los niveles con la misma precisión.* Por ejemplo, las técnicas bioquímicas que permiten observar ciertas propiedades moleculares suponen la destrucción de células; mientras que la observación de las propiedades de las células intactas necesita otras técnicas en las que las propiedades moleculares no pueden ser observadas con la misma precisión.

Esto es lo que, además, hablando con todo rigor, hace que el problema sea insoluble, puesto que se trata de observar y describir cómo se efectúa la articulación entre dos niveles por parte del propio sistema (y en cierta manera de forma independiente de los medios de observación con los que hemos accedido a ellos), mientras que, por la propia construcción, no tenemos acceso directamente al lugar de esta articulación. Es éste el problema que intentan resolver las representaciones teóricas que nos hacemos, a veces incluso sin quererlo, aunque sólo fuese para explicar, o por lo menos nombrar, los éxitos técnicos del método reduccionista, en el cual las manipulaciones a un nivel elemental producen efectos reproducibles y controlables al nivel del organismo. Pero a menudo esas representaciones nos dejan con las ganas en lo que se refiere a su poder explicativo, pues se trata o bien de metáforas cuyos límites se perciben rápidamente (como el del programa genético), o bien de representaciones formales, negativas en su mayoría (como las representaciones probabilísticas de la termodinámica estadística y de la teoría de la información) que, en cierta manera, significan reconocer que no tenemos acceso directo y experimental, al lugar de estas articulaciones entre niveles.

Sin embargo a veces ocurre que la situación queda trastocada *completamente, de arriba abajo, como consecuencia del desarrollo de nuevas técnicas de observación, del descubrimiento de nuevos instrumentos de experimentación y de análisis*, que nos permiten el acceso directo a lo que hasta entonces sólo se había percibido de forma negativa o metafórica, al lugar de articulación entre dos niveles de organización diferentes. Estos dos niveles eran relativamente bien conocidos, cada uno por separa-

do, pero su articulación había permanecido misteriosa hasta entonces porque sus técnicas de observación y sus lenguajes de teorización no se solapaban en absoluto. Es precisamente entonces cuando el descubrimiento de nuevas técnicas, que proporcionan acceso a lo que ocurre entre niveles, conduce rápidamente al desarrollo de un nuevo campo del saber, de una nueva disciplina con sus instrumentos y su lenguaje propios. Un ejemplo espectacular [2.32] de este trastrueque nos lo ha proporcionado la biología molecular, en lo que concierne al paso de la química a la biología. Y la hipótesis que quiero proponer aquí es que el lenguaje, en particular el lenguaje natural como proceso de creación de significados, puede desempeñar un papel similar en lo que concierne al paso de lo fisiológico a lo psíquico.

6. El lenguaje como lugar de articulación entre lo psicológico y lo físico

En el caso de la biología molecular, se trataba de la articulación entre el nivel molecular y el nivel celular de organización de los seres vivos. Durante mucho tiempo, el paso de uno a otro sólo se pudo representar con mucha dificultad, ya que las técnicas y los lenguajes de la química y la biología eran muy diferentes, con muy pocos puntos en común. El desarrollo de las técnicas de bioquímica y biofísica de las macromoléculas, reforzadas por las teorías cibernéticas y genéticas, ha permitido hacer que los lenguajes de la química y la biología se puedan solapar.

Pero esto no es completamente cierto, ni así de simple. En efecto, esto sólo ha sido posible gracias al *establecimiento de una nueva disciplina*, con sus técnicas y su lenguaje propios, precisamente los de la biología molecular, cuyo objeto de estudio se halla constituido por las macromoléculas biológicas. Dicho de otra forma, todo ocurre como si, entre la química y la biología, se hubiese podido definir un nuevo nivel de organización —el de las macromoléculas— desde el mismo instante en que la disciplina que se dedica a su estudio ha conseguido establecer sus métodos y su lenguaje.

Este mismo esquema lo podemos aplicar a nuestro lenguaje, y quizás incluso de forma más rica, pues, de forma recurrente, no podemos prescindir de él para describir e intentar explicar lo real. En efecto, el lenguaje humano se encuentra también en una articulación entre dos niveles de organización que coexisten en el individuo pero que constituyen dos dominios casi com-

pletamente separados desde el punto de vista de las disciplinas que se ocupan de ellos: me refiero, por un lado, al nivel de la fisiología general y de la fisiología del sistema nervioso y, por otro, a los diferentes métodos de estudio del psiquismo. En otras palabras, es por ahí por donde el viejo problema de las relaciones del cuerpo y el espíritu, o del cerebro y el pensamiento, se puede situar en un marco más general y más fácil tal vez de analizar: el problema de las relaciones entre niveles de integración diferentes en un sistema autoorganizado en el que se puede considerar el lenguaje como el lugar de articulación entre dos niveles.

Por lo demás, lo mismo que con la biología molecular, entre química y biología, el propio lenguaje se ha convertido rápidamente en un nivel de organización, intercalado entre los niveles cuya articulación asegura en tanto que objeto de observación, de experimentación y de teorización, objeto de una disciplina que cubre un campo del saber. Parece claro, pues, que debemos descomponer el paso cerebro-pensamiento en dos pasos, posiblemente más fáciles de concebir, los de cerebro-lenguaje y lenguaje-pensamiento.

Podría pensarse que hay algo descorazonador en todo esto: en vez de un solo paso entre dos niveles, ahora hay dos sobre los que interrogarse. Desde el momento en que una articulación entre dos niveles empieza a perder su misterio, desde el momento en que puede identificarse, observarse y estudiarse en sí misma, impone sus propias técnicas y su lenguaje, y se constituye automáticamente en un nivel intermedio, relativamente autónomo. Todo esto no hace sino eliminar la cuestión de las articulaciones, que queda así planteada entre este nivel intermedio y los dos precedentes, uno debajo y el otro encima. La biología molecular constituye un ejemplo perfecto de esto, a la vez que pone de manifiesto también que la situación no es descorazonadora: a pesar de todo, la distancia entre los niveles parece disminuir (a la vez que su número aumenta), aunque tal vez sólo se anule del todo asintóticamente, en el infinito; aunque quizá sea imposible llenar completamente el vacío conceptual entre los diferentes niveles de organización, ya que se trata siempre de diferentes condiciones de observación. Así, el desarrollo del campo de la biología molecular intercalado entre la química y la biología no ha llenado totalmente la distancia inicial. ¡Y es precisamente por esta razón que a la investigación biológica le queda todavía algo que hacer! Pero ahora, en vez de la enorme distancia entre la físico-química por un lado y el ser vivo por otro, percibida antaño como irreductible, se plantean las cuestiones,

en apariencia más fáciles, del paso entre *la organización química y la organización de las macromoléculas portadoras de información* por una parte y *del paso entre el nivel de estas macromoléculas y el de las propiedades fisiológicas* (de estructura y de función) *de los organismos* por otra. En otras palabras, *entre química y biología molecular, y entre biología molecular y fisiología*, las distancias a cubrir parecen haberse reducido en relación con la situación precedente.

Lo mismo ocurre con el lenguaje visto a la vez como lugar de articulación de lo fisiológico y de lo psíquico y como nivel de organización y campo de saber intercalado entre ambos dominios. También aquí el abismo conceptual, aparentemente irreductible, entre cerebro y pensamiento se ha sustituido por las cuestiones quizá más fácilmente analizables del paso entre cerebro y lenguaje por un lado, y lenguaje y psiquismo por otro. El papel de los lenguajes formales (de ordenador) en las teorías funcionalistas y la renovación conceptual que éstas han aportado en el análisis del problema cerebro-pensamiento constituyen ya un buen ejemplo de ello, a pesar de sus insuficiencias.

El primer paso, el de lo fisiológico al lenguaje, se puede concebir muy fácilmente gracias a la teoría de la información y de las comunicaciones, en la que se consideran signos sin significado o, más exactamente, signos cuya significación nos es desconocida; dicho de otra forma: un lenguaje que nuestro pensamiento no comprende. Esto es lo que realiza explícitamente la teoría de las comunicaciones, donde las señales se consideran como tales por la observación de regularidades, y de probabilidades de errores o de perturbaciones en esas regularidades, sin que se plantee la cuestión del significado de los signos. Este primer paso se puede concebir también, de forma analógica, gracias al estudio de los lenguajes formales y de las gramáticas generativas, donde la cuestión de los significados (de los aspectos semánticos del lenguaje) sólo puede ser tratada con la ayuda de aproximaciones simplificadoras.

Por el contrario, parece que la cuestión del paso del lenguaje al pensamiento sea precisamente el de la aparición de los significados.

7. Creación de significados y modelos neoconexionistas

Así pues, si se acepta esta hipótesis, la cuestión de la relación cuerpo-pensamiento se puede reducir en gran parte a la de la creación de significados del lenguaje. En el planteamiento de

esta cuestión se han hecho ya ciertos progresos gracias a modelos de máquinas que simulan la creación de significados funcionales. Se trata, por supuesto, de significados más simples que los del lenguaje natural, pero al menos de significados de mensajes.

Tales trabajos se inscriben naturalmente en la sucesión de los trabajos anteriores sobre modelos capaces de autoorganización.

De forma general, más allá de los formalismos y de las técnicas matemáticas utilizadas en las diferentes teorías, habíamos conseguido caracterizar la autoorganización mediante un óptimo entre, por una parte, un orden rígido e inamovible, incapaz de modificarse sin ser destruido, como el del cristal, y por otra parte, una renovación incesante, sin estabilidad alguna, que evoca el caos y las volutas de la humareda. Este estado intermedio no es rígido y permite reaccionar frente a las perturbaciones imprevistas mediante cambios que, de este modo no equivaldrán a una simple destrucción de la organización preexistente, sino a una reorganización, permitiendo así que aparezcan nuevas propiedades. Estas propiedades pueden tomar la forma de una nueva estructura o de un comportamiento. Nada nos permitía, a priori, predecir estas propiedades en su detalle y en su especificidad. De ahí su novedad. Así se ha conseguido comprender cómo, bajo el efecto de tales perturbaciones, que habitualmente producen un efecto desorganizador, ciertos sistemas pueden reorganizarse con las propiedades de estructuras y funciones nuevas y en cierta medida imprevisibles a priori. Desorganizaciones seguidas de reorganizaciones caracterizan a estos sistemas, cuyo comportamiento sirve así de modelo para el estudio de los seres vivos en su propiedad de adaptación al cambio y, eventualmente, también de invención.

Pero no hay que ver en estas reorganizaciones simples re combinaciones de elementos interconectados o el mero resultado de una combinación. Es necesario que a cada re combinación corresponda una organización funcional nueva resultante de la creación de nuevos significados de la información transmitida de una parte a otra o de un nivel de organización a otro. Sin esta creación, sólo tendríamos re combinaciones, que no podrían producir la aparición de funciones nuevas o de comportamientos nuevos.

En la mayoría de máquinas que conocemos, el funcionamiento corresponde a una sola combinación de las piezas que las constituyen, y cualquier otra combinación sólo desembocaría en una avería o en un mal funcionamiento. Por lo tanto, para que

una desorganización pueda producir una reorganización, es preciso que la significación de las relaciones entre las partes se transforme. *Por esta razón, la cuestión de la creación de significado de la información se encuentra en el centro de los fenómenos de autoorganización.* No basta con decirlo; es preciso además poder imaginarse por medio de qué mecanismos se pueden autocrear significaciones. Sin ningún género de duda, se trata de un proceso tan paradójico como el de intentar fabricar programas que se programen a sí mismos. Se trata de concebir modelos de significación capaces de modificarse a sí mismos y de crear significaciones imprevistas y sorprendentes incluso para quien las ha concebido. La solución de estas paradojas se encuentra en la utilización simultánea de dos ingredientes que habitualmente han sido desatendidos en la fabricación de los modelos informáticos clásicos: por una parte, cierta cantidad de indeterminación, de azar en la evolución del modelo, que permita que se produzca algo nuevo, no determinado por el programa; por otra parte, la toma en consideración del papel del observador y del contexto en la definición del significado de la información, gracias a la cual lo nuevo, lo inesperado, puedan adquirir un significado y no constituir tan sólo caos y perturbaciones aleatorias.

Permitir al azar adquirir a posteriori y en un contexto dado un significado funcional es lo que resume, finalmente, lo que puede ser un proceso autoorganizador. Ahora bien, el estudio de redes de autómatas con propiedades autoorganizadoras no sólo estructurales, sino funcionales, permite abordar la cuestión de los posibles mecanismos mediante los cuales unos mensajes (o estímulos) pueden adquirir, para una máquina, significados no programados.

Es posible, en efecto, fabricar, en una red de autómatas, un mecanismo por medio del cual un conjunto de mensajes sin significado a priori se divida en aquellos que pueden ser reconocidos por la red (que reacciona con determinada respuesta) y en aquellos que no (ante los cuales la red no reacciona). Este comportamiento simula, de forma muy elemental, el de un sistema cognitivo para el que ciertas clases de sucesiones tienen un significado mientras que otras no. Y el criterio de demarcación lo constituye una estructura interna particular, un camino particular entre dos elementos de la red que se ha singularizado y estabilizado como estructura capaz de tener esta función, de forma parcialmente aleatoria, «autoorganizada». Efectivamente, esta estructura, que así se convierte en productora de significados, se ha producido a su vez en parte por azar, a través de la historia de sus encuentros precedentes con sucesos no previs-

tos. Y, en cuanto a ella misma, no tiene más significación que la de producir esta demarcación que, precisamente, crea la significación [2.33].

Entre otras ventajas, como todos los modelos llamados «neoneconexionistas» (ver más arriba la nota 2.12), este modelo presenta la de ofrecer una alternativa a la metáfora habitual del ordenador como referencia exclusiva en una aproximación funcionalista de la organización biológica, de la organización psíquica y del problema cerebro-pensamiento. Examinando sólo las reglas de los programas de los ordenadores conocidos hasta hoy (deterministas y secuenciales), Fodor no podía imaginar en su «lenguaje del pensamiento» (ver más arriba) sino mecanismos de codificación deterministas y localizados, que le conducían a una visión relativamente estática de representaciones codificadas como fuentes de significados del lenguaje natural y del pensamiento. Las nuevas direcciones de la investigación en inteligencia artificial, fundamentadas en programas probabilísticos y en paralelo, y las heurísticas del comportamiento, modifican considerablemente las conclusiones que se pueden obtener de una trasposición a partir de las ciencias de la información, a la vez que conservan las adquisiciones del funcionalismo en relación a las metafísicas clásicas y opuestas del problema cuerpo-espíritu. Así es como, actualmente, al igual que en nuestras redes de autómatas, los procesos dinámicos se hallan privilegiados con respecto a los estados, y los procesos deslocalizados y en parte estocásticos de creación de significaciones con respecto a las representaciones. Se trata de principios de modelización sobre los que, desde hace tiempo, hay acuerdo en creer que nos aproximan más a lo que sucede efectivamente en nuestro cerebro (ver el capítulo «Neurocybernétique», en H. Atlan, *L'organisation biologique*, op. cit.), y que la corriente neoneconexionista ha retomado con nuevas herramientas matemáticas e informáticas. Tales principios se han producido, en particular, a partir de los recientes desarrollos en física de los sistemas desordenados y de los cambios de fase, y de nuevas investigaciones en inteligencia artificial fundamentadas en la utilización masiva del paralelismo y de la programación probabilística [2.34].

De este modo, se han empezado a explorar distintas formas de utilizar lo indeterminado y lo aleatorio, y hoy se dominan mucho mejor. Se empieza a poder modelizar la utilización de la analogía aproximativa indispensable en los procesos de autoorganización y de aprendizaje de lo nuevo [2.35], lo «vago» que Wittgenstein reconocía ya como indispensable rasgo característico del «orden perfecto» del lenguaje natural [2.36], la fluidez y

«deslizabilidad» (*slippability*) de los conceptos [2.37]. A raíz de los ecosistemas de dinámica compleja se había establecido una primera descripción relativamente precisa, con el nombre de «estabilidad taponada» (*buffered stability*) [2.38]. Ahora la reencuentramos en los modelos neoneconexionistas como propiedad general de la mayoría de estas redes de autómatas con atractores múltiples [2.39]. El resultado relativamente nuevo de estos trabajos, que permite utilizar las dinámicas de redes como modelos de máquinas de aprender y de memorias asociativas, es que la existencia de numerosos atractores con una gran inestabilidad que los hace pasar de uno a otro bajo el efecto de perturbaciones o de cambios de condiciones iniciales, no impide la existencia, en un nivel jerárquico más globalizador, de agrupaciones de atractores más próximos entre sí en recipientes más amplios. Por el contrario, en este nivel se observa, entonces, una gran estabilidad si se tolera, en la definición de esta estabilidad «taponada», diferencias de detalle entre los atractores para vincularse únicamente a una similitud aproximativa y parcial caracterizada por algunas propiedades de forma espacio-temporal macroscópica, formalizada precisamente por dicha agrupación de atractores relativamente próximos unos a otros. Cuando, en una red de este tipo, se puede definir una función «energía», de forma que a cada atractor corresponda un mínimo de esta función, los agrupamientos de atractores se caracterizan por recipientes que contienen varios mínimos locales. El paso de uno a otro en el interior de uno de estos recipientes puede servirnos de modelo del tipo de reconocimiento llamado «memoria asociativa», en la que una forma es reconocida a partir de otra que no es rigurosamente idéntica a ella.

En fin, el sistema de reconocimiento de secuencias tal como lo hemos descrito, en el que el criterio de reconocimiento es una propiedad de resonancia con una estructura particular de la red, creada a su vez por una dinámica autoorganizadora, se asemeja en cierta forma a la teoría de la percepción de Gibson [2.40], llamada percepción «directa» o «instantánea». Para esta teoría, la percepción de una forma no es el resultado de un proceso en dos tiempos, primeramente recepción de señales, y después tratamiento de estas señales mediante la aplicación de una regla de representación. Más bien se percibe una forma en el entorno al mismo tiempo que se reciben las señales, por medio de una especie de fenómeno de resonancia entre una estructura del entorno —no necesariamente evidente a los ojos de un observador— y una estructura interna del sistema cognitivo. Esta define una significación funcional posible para el sistema de la

estructura del entorno. La autoorganización funcional de una red de autómatas con reconocimiento de secuencias como la que hemos descrito muestra que este género de comportamiento, en el que las significaciones son creadas a la vez que reconocidas, es menos misterioso de lo que parece puesto que viene simulado por una asociación relativamente simple de programación determinista y estocástica.

8. *La autorreferencia del lenguaje y los blancos de la escritura*

Estas significaciones, ciertamente, son distintas de las de los lenguajes naturales humanos, pero reproducen una de sus propiedades. Es evidente que no se trata allí de simular un lenguaje natural, aunque sólo fuese porque falta lo que constituye su carácter específico y que lo distingue de los lenguajes animales, por ejemplo: la autorreferencia, la posibilidad de designar por el lenguaje el lenguaje mismo (en particular, por medio de la palabra «lenguaje»). En estos modelos, la significación de un mensaje o de secuencias de signos se define como el efecto de este mensaje en el receptor, que no tiene por qué ser forzosamente un hombre, sino que puede ser un animal o una máquina. Esta definición es evidentemente restrictiva respecto de lo que experimentamos —y que todavía no sabemos definir correctamente— cada vez que comprendemos la significación de frases en el lenguaje natural que hablamos o escribimos. Pero recubre ciertamente una parte de esta experiencia, pues cuando comprendo un mensaje, se produce indudablemente, en algún estadio del proceso, un cambio de estado en mi cerebro. Este efecto del mensaje en el cerebro, considerado como receptor, es ciertamente una parte del fenómeno por medio del cual comprendemos —o creamos— la significación del mensaje.

Volviendo a la cuestión de la relación cerebro-pensamiento, que podría reducirse a la de las creaciones de significaciones del lenguaje natural, es posible que sirva, a su vez, para esclarecer la cuestión de todos los pasos de un nivel a otro. Es, en efecto, con este mismo pensamiento como intentamos pensar estos pasos... y, en particular, el del cuerpo al pensamiento. Nos encontramos con un fenómeno de recurrencia, o de invariancia de escala, realmente sorprendente cuando se considera que el propio lenguaje en tanto que proceso de creación de significaciones es también un sistema constituido por diferentes niveles que se organiza a sí mismo de forma creadora. Como en cualquier sistema autoorganizador, también aquí hay creación

de significados gracias a las interacciones entre niveles distintos.

El paso de un nivel a otro en el interior del lenguaje se hace por medio de los espacios en blanco de la escritura (o de las cesuras y ritmos de la palabra), que sirven a la vez para recortar y reunir las palabras y las frases. El lugar en donde se crean las significaciones está en lo que no se dice, en el blanco. Se crean en la intersección de dos niveles: el de las palabras y el de las frases. Las palabras se hallan recortadas y definidas por los espacios en blanco que las separan, y se articulan en frases por medio de los mismos espacios en blanco que las reúnen. El blanco desempeña así el papel de un no-símbolo, de un no-signo del que, aparentemente, surgen los significados, mientras que los signos sin blancos carecían de significado.

Así, el blanco de la escritura reproduce en el lenguaje el lugar de paso de un nivel a otro donde se efectúan a la vez la creación de las significaciones internas al propio lenguaje y la transformación del efecto negativo de interrupción y de corte entre los signos en un efecto de composición y de reunión. Quizá se trata aquí de lo que, en el lenguaje natural, desempeña el papel de los dos ingredientes necesarios evocados más arriba a propósito de los modelos artificiales de autoorganización funcional: lo indeterminado y la toma en consideración de las condiciones de observación y del contexto.

9. *La organización psicosomática y la inconsciencia del yo*

Bajo la influencia de un psicoanálisis que no ha renunciado, a pesar de sus vicisitudes [2.41], a la categoría de científico, el planteamiento del problema cuerpo-espíritu en su vertiente psíquica humana se ha beneficiado, en estos últimos años, del vocabulario cibernético de la biología y de las teorías de la organización biológica. P. Marty [2.42], uno de los fundadores de la escuela psicosomática de París, ha hallado en una dinámica de la organización la herramienta conceptual que le permite describir los procesos psíquicos mediante referencias —globalmente, y a veces discutibles en su detalle— biológicas. La organización psíquica aparece entonces como conjunto de propiedades emergentes de la organización biológica. Una dinámica de las organizaciones y de las desorganizaciones le proporciona una teoría elaborada y detallada de la patología psicosomática, en la que los procesos psíquicos y somáticos se pueden describir con continuidad temporal los unos con los otros [2.43]. Como ya lo había observado Canguilhem (artículo «Vie», *Encyclopaedia Universa-*

lis, vol. 16, París, 1977, págs. 764-769) a propósito de la teoría de la autoorganización y de la complejidad por el ruido, la metáfora cibernética proporciona un contenido a las intuiciones de Freud sobre la pulsión de muerte, desplazándola de su marco económico inicial dominado por la obscura y engañosa noción de energía psíquica [2.44]. Asimismo, A. Bourguignon [2.45] utiliza la teoría de la autoorganización para enraizar en procesos biológicos plausibles el desarrollo psíquico, tanto normal como patológico, del niño en interacción con su madre y su entorno.

De este modo, a través de todas estas tentativas, vemos que las fronteras del conocimiento no se hallan sólo, como se cree a menudo, en lo infinitamente pequeño o en lo infinitamente grande, sino en las articulaciones entre niveles de organización de lo real que corresponden a campos del saber diferentes, en los que las técnicas y los discursos no se solapan. Para hablar de estas articulaciones, en la forma en que aparecen *entre* los campos del saber científico, sólo disponemos de medios técnicos y teóricos muy limitados puesto que no podemos acceder a ellos directamente.

Y, sin embargo, es ahí donde parece situarse el origen de lo que constituye la autonomía de un sistema complejo.

Esta es la razón por la que aquello con lo que tropezamos en esas zonas de sombra es tal vez, como ha observado correctamente Hofstadter [2.46], la cuestión de la recursividad del yo.

Pero es ahí en donde hay que tener cuidado para no caer en el error espiritualista, que hace que actuemos como si supiéramos lo que es el yo a partir de nuestra experiencia subjetiva de conciencia de uno mismo.

Así como en los sistemas de comunicación no humana intentamos acotar la noción de significación de alguna manera objetiva, así el yo del cual se trata ahora concierne al yo no necesariamente humano, y por consiguiente ampliamente inconsciente. El yo molecular y celular del sistema inmunológico puede proporcionarnos un ejemplo de esta situación, o incluso el yo de los programas de los ordenadores que podrían programarse a sí mismos.

El proceso correcto a seguir consiste, pues, en intentar acotar estas nociones a partir del análisis de situaciones no humanas y en hacer de manera que la experiencia de nuestra subjetividad sólo pueda aparecer secundariamente, como un caso particular.

Siempre se está a tiempo, aunque sólo sea posteriormente porque es lo más fácil, de modificar la aplicación a este caso particular de la experiencia subjetiva, teniendo en cuenta la po-

sición particular que ocupa el observador. No hay círculo vicioso, pues el observador del que siempre estamos hablando no es nuestra subjetividad, sino el conjunto de operaciones de medida y el establecimiento de relaciones lógicas de estas operaciones.

Más que de circularidad lógica, se trata, justamente, de un fenómeno de recurrencia en el que el lenguaje tiene un lugar fundamental, el lenguaje articulado y escrito se halla en una articulación entre dos niveles de organización, pero es lo que sirve para describir y analizar todos estos niveles, y al mismo tiempo reproduce un sistema autoorganizador con varios niveles.

Dicho en otras palabras, el aspecto del lenguaje que se hallaría en toda organización del ser vivo no sería únicamente el de las secuencias lineales de signos provistas de una combinatoria portadora de información, sino también esta organización autónoma en varios niveles creadora de significaciones.

Es en esta encrucijada, en la que aparece la sombra de lo que se podría llamar una *inconsciencia del yo no necesariamente humana*, donde D. Hofstadter veía precisamente aparecer el papel del caos, de la creación de significaciones y de la autonomía del yo.

10. El reduccionismo débil

A través de este panorama de los problemas planteados por las organizaciones naturales en varios niveles, vemos cómo se hace necesario admitir al mismo tiempo una unidad de los procesos que (¿aún?) no conocemos y la diversidad de las disciplinas que los analizan y que nos permiten conocerlos progresiva y parcialmente. Ello nos conduce a la percepción de una unidad de la ciencia que sólo puede consistir en la de una *práctica*, motivada por los *éxitos*. Los éxitos son técnicas de dominio; la práctica es la del reduccionismo débil en el que la física es aún, en cierta forma, disciplina de base, aun cuando se haya excluido que las demás ciencias se le puedan reducir sin residuo.

Acabamos de ver cómo incluso la cuestión de las relaciones materia-espíritu se puede abordar —indirectamente a través del problema cerebro-pensamiento— en un proceso reduccionista *de hecho* que caracteriza la *práctica* científica. En este proceso, hemos hallado la influencia de las ciencias de la información y los paradigmas del ordenador y de la inteligencia artificial que permiten que aparezca la alternativa entre reduccionismo fuerte y holismo espiritualista, mostrando la posibilidad *en las máqui-*

nas de aparición de propiedades del todo. Pero esta influencia, como hemos visto, no deja de crear nuevas dificultades teóricas que es importante tener en todo momento presentes ante el espíritu. Pues en este proceso, siempre hay el peligro de detenerse, creyendo en la realidad de las síntesis provisionales que siempre es posible hacer —aunque sólo sea con una finalidad pedagógica o de vulgarización— al precio de extrapolaciones tentadoras, de generalizaciones y explicaciones globales. El reduccionismo débil consiste, entre otras cosas, en no ceder a esta tentación; al mismo tiempo, se sigue postulando la unidad de los procesos, y la ciencia física —a causa de su éxitos— sigue desempeñando el papel de disciplina-paradigma, de la cual precisamente debemos intentar imitar el método. Esta práctica reduccionista conduce a menudo a quienes practican cada disciplina, cuidadosos de mantener la prudencia y rigor sin los cuales su disciplina dejaría de existir, a replegarse sobre sí mismos —al menos en su práctica como hombres de ciencia— y a renunciar a la necesidad de una explicación total.

No obstante, cuando se trata de estudiar sistemas complejos organizados en diferentes niveles de organización, esta compartimentación tan estanca no es admisible ya que destruye el propio objeto de estudio. Por esto la práctica reduccionista vuelve a ponerse su ropaje —y su discurso— unificadores, procurando, sí, no recaer en un reduccionismo fuerte, metafísico. Como para éste, la *investigación causal de los fenómenos físicos* sigue siendo indispensable, aunque su significación difiera ahora, por lo menos, en dos puntos de la que se atribuye espontáneamente al reduccionismo fuerte de las metafísicas fisicalistas.

El primer punto concierne al paso de un nivel a otro en el que las propiedades del nivel integrado se consideran determinadas por las del nivel más elemental. Este paso no se puede considerar como una determinación causal simple del mismo tipo que las relaciones de causa a efecto en una cadena temporal de sucesos que se determinan unos a otros a un mismo nivel de observación y organización. Tampoco puede considerarse como una simple relación de inclusión espacial de las partes en un todo; ni tampoco como, a la manera de Oppenheim y Putnam [2.47], una asociación de estas dos relaciones, causal y de inclusión, en la que las partes *contenidas espacialmente* en el todo determinarían *causalmente* las propiedades. Como hemos visto, la determinación del todo por las partes implica, incluso en las máquinas artificiales, un salto cualitativo con aparición de propiedades diferentes no observables en las partes y no descriptibles por una simple asociación de las propiedades de esas par-

tes. Esta determinación, además, se efectúa gracias a relaciones entre las partes que no son de contigüidad espacial sino conexiones funcionales, que crean espacios más pertinentes que el espacio euclidiano habitual (como pueden ser espacios de reacciones, o espacios topológicos más o menos complicados [2.48]).

El segundo punto, sobre el cual la significación de la práctica reduccionista aplicada a la organización en niveles se mantiene distinta de una metafísica fisicalista, se refiere a la naturaleza de los fenómenos físicos que el análisis permite establecer como relaciones causales: estos fenómenos son físicos en cuanto se hallan descritos por la ciencia física, pero no en cuanto se presentarían sin intermediarios a una evidencia primera directamente sensible, la de una realidad física —en el sentido de material— de la que estaría hecho el universo [2.49]. En otras palabras, la práctica reduccionista busca en la ciencia física, cuando es necesario, los conceptos que le son útiles para describir las propiedades de los átomos o de las moléculas, o los intercambios mensurables de energía entre sistemas bien definidos formados por átomos o moléculas, o también formalismos matemáticos que han tenido éxito en la solución de ciertos problemas de física; pero se guarda muy mucho de deducir del éxito operativo de estos conceptos un discurso teórico acerca de la unidad de lo real. (Y, aún menos, esta unidad no es susceptible de ser descrita sobre la base aparentemente indiscutible de la realidad material macroscópica, la de los objetos directamente percibidos por nuestros sentidos tal como lo haría una metafísica verdaderamente materialista, si pudiera permitirse el lujo de ignorar los problemas planteados por la abstracción matemática en física.)

Evidentemente es muy incómodo, cuando sólo es posible pensar la realidad a través de un conocimiento unificado cuyo campo se confundiría con el de las ciencias de la naturaleza, no renunciar al reduccionismo, limitándolo no obstante a una práctica que condiciona a la ciencia, sin que de ello se extraigan consecuencias teóricas unitarias. Pues este valor pragmático del reduccionismo circunscribe el dominio de legitimidad de la ciencia; indica los límites del procedimiento científico, que sólo puede progresar *obligándose* a ser reduccionista, «jugando al juego» reduccionista, mientras que «creer en él» [2.50] testimoniaría ciertamente una gran ingenuidad. La ingenuidad de creer en una especie de verdad objetiva de lo que sería un «hecho» de reductibilidad [2.51] de lo real a una realidad única («última»), material o no, sobre la base de teorías científicas. ¡Es la misma ingenuidad que encontramos en los físicos espiritualistas que descubren al Espíritu y su eficacia en la reducción de la

función de onda! En su descargo, entre otras cosas, pero sin que ello los justifique, el papel ambiguo, señalado a menudo, de las matemáticas en la ciencia.

11. El papel de las matemáticas

El papel privilegiado de las matemáticas en la explicación y en la práctica científica tiene ciertamente una parte de responsabilidad en esta fascinación de la unidad del todo y de su contrario.

Y es que, efectivamente, la representación matemática de los fenómenos tiene propiedades que parecen oponerse punto por punto a las del procedimiento científico naturalista.

1. El modelo matemático funciona en dirección opuesta al de la ciencias de la naturaleza [2.52]: mientras que, para un físico, el modelo es una representación abstracta de una parte de la realidad, el modelo de un matemático (como el de un pintor) es la parte de la realidad en la que se inspira (a veces), y que las matemáticas (o la obra de arte), manteniendo una existencia independiente, pueden eventualmente representar. Para las matemáticas, como decía el lingüista Chao [2.53], «el modelo es más concreto que aquello de lo que es modelo, mientras que en las ciencias sociales —y yo añadiría en las ciencias de la naturaleza— un modelo pertenece al orden de la abstracción». Así es cómo algunos lógicos del siglo XIX buscaban en la naturaleza modelos de geometría, de cualquier geometría, euclidiana o no, siendo en un comienzo un conjunto no interpretado de signos.

Esta diferencia de actitud no es sólo el resultado fortuito de hábitos diferentes en disciplinas diferentes. Está ligada a una diferencia de apreciación respecto de lo que se considera una explicación. En efecto, ¿qué es explicar o comprender un fenómeno sino reducirlo a algo ya conocido? Se concibe sin dificultad que si el objeto de conocimiento es la propia matemática, es decir un sistema de relaciones formales, lo que permitirá su comprensión será la posibilidad de interpretar esas relaciones convirtiéndolas en fenómenos conocidos en cuanto observados y proporcionados por nuestros sentidos: es la actitud de los matemáticos. Si, por el contrario, lo que se trata de comprender es un conjunto de observaciones que constituyen lo que consideramos un sistema físico, lo que constituirá una explicación será la operación opuesta, es decir, la posibilidad de abstracción y formalización de estas observaciones.

Es notable que, en la práctica, ambos procedimientos se su-

perpongan. Ello no ocurre, no obstante, sin implicar una cierta confusión, por ejemplo, en las tentativas de modelización del sistema nervioso que hallamos en la literatura. El modelo tan pronto se utiliza en el sentido de los matemáticos —y el proceso va de la teoría matemática al sistema—, como en el sentido de los naturalistas —y el proceso va del sistema a su formalización matemática—. Esta diferencia la encontramos en el lenguaje cotidiano en el que «modelo» quiere decir a veces representación concreta simplificada (como una maqueta o una estatua) y, a veces, conjunto de normas ideales cuyas realizaciones concretas son aproximaciones imperfectas. Como dice Chao, estas dificultades provienen de la vieja oposición entre cosas e ideas: «Las cosas son muestras imperfectas de las ideas puras; pero las ideas son abstracciones parciales a partir de cosas reales. Lo primero es, en cierta manera, modelo de lo segundo; pero lo segundo es también, en cierta medida, modelo de lo primero». En otras palabras, una cosa es, en cierto sentido, un modelo de una idea; pero una idea es, en otro sentido, un modelo de una cosa.

2. Es también en la representación matemática de los fenómenos naturales donde la distinción sujeto-objeto *parece* desaparecer, a causa de la abstracción, cuya fuente radica en las construcciones del pensamiento humano, mientras que su eficacia parece designarla como realidad objetiva. De hecho, el acuerdo (¿espontáneo? ¿universal?) sobre la racionalidad matemática fundamenta una intersubjetividad que recrea una forma de objetividad abstracta constrictiva (la lógica matemática) en la base del consenso de la comunidad científica.

3. Es ahí además en donde el determinismo causalista estricto queda a veces abandonado. No sólo por el uso de los métodos probabilísticos, sino sobre todo por el de los métodos variacionales que desempeñan un papel tan importante en la modelización matemática. La utilización de métodos de optimización de función (potencial u otra) introduce, ya en la física, una forma de finalismo que también en esta ocasión sólo es «recuperado», para el consenso de científicidad, por la racionalidad y el rigor lógico del formalismo utilizado [2.54].

Por estas razones, por un lado la utilización de las matemáticas se impone «naturalmente» y es evidente en la práctica de las ciencias; a menudo tiene, incluso aires de un ideal del que la física constituiría el modelo (¡en el sentido matemático!) que las demás ciencias deberían imitar, y cuya teoría intentaría elaborar la filosofía analítica lógico-empirista (es decir modelizarlo..., en el sentido del físico). Por otra parte, no cesa de plantear problemas a quien reflexiona acerca de los fundamentos de las

ciencias y no acepta sin más una forma trivial, y en todo caso forzosamente teológica, de creer en una armonía preestablecida. En M. Serres [2.55], por ejemplo, hallaremos análisis precisos en relación con el origen de las matemáticas o, mejor aún, de sus orígenes, puesto que se estudian y sugieren por lo menos cuatro (o cinco) escenarios; en R. Feynman [2.56] y en J.-M. Lévy-Leblond [2.57], en lo que se refiere a las relaciones con la física. Reencontraremos varias veces estas cuestiones, ante las que se han enfrentado los mayores científicos a partir de distintos puntos de vista como el de la lógica (cap. 4), y el de la realidad de las interpretaciones físicas (cap. 5); volviendo siempre, a fin de cuentas, a las dificultades que plantea una armonía preestablecida [2.58], de la que sólo es posible hablar en uno de los registros, ya sea el de lo abstracto formal, ya el de lo «natural» inmediatamente perceptible.

Esta es la razón por la que también el discurso científico se halla continuamente en tensión entre la necesidad de explicar reuniendo y unificando por medio de la abstracción y la teoría, y la exigencia de rigor que fuerza a menudo a renunciar a ello. Entonces uno se contenta con una descripción operacional predictiva, sea formalizada, determinista, probabilística, sea en lenguaje natural. Esta descripción equivale a decir: «Todo sucede como si... en tales y cuales condiciones de experiencia; resulta que... en estas condiciones...» [2.59].

Ahora bien, ceder a la necesidad de explicar, para quien se dedica a las ciencias de la naturaleza, es forzosamente, al menos en el origen, ceder al movimiento del reduccionismo. Porque es en esta forma como, históricamente, la necesidad universal de explicación y de racionalización se ha particularizado en Occidente como uno [2.60] de los motores del desarrollo de las ciencias de la naturaleza. Este es el motivo por el que, en una forma muy natural, la «explicación científica», por oposición a otras «explicaciones» (metafísica, mística, animista) sólo puede proceder «de abajo arriba» y de forma reduccionista. Pero hemos visto también que ceder a esta necesidad planteando de entrada, y de forma casi necesaria (incluso en la forma falsamente modesta de una «hipótesis plausible» [2.61]), una unidad de la ciencia que a su vez descansaría en la unidad de la «realidad última de la materia», corresponde a una posición metacientífica, que se transforma con mucha facilidad en espiritualismo místico.

En efecto, siguiendo el «sistema de Demócrito» [2.61] del reduccionismo clásico en búsqueda de las partes más pequeñas comunes, descubrimos, «en el interior» de las partículas elementales, no otras partículas «materiales» en el sentido de la expe-

riencia macroscópica de la materia, sino al Espíritu encarnado, si se puede decir así, en las fórmulas abstractas irreducibles de esta experiencia macroscópica. Más exactamente, se cree descubrir al Espíritu si se cree en la verdad del postulado «democriteano» de unidad de lo real sobre la base de una realidad única («la realidad última de la materia») de las partes últimas: puesto que la materialidad de estas partes se disuelve en el formalismo abstracto de la física cuántica, es este mismo formalismo o, mejor aún, su fuente, que se presume en el Espíritu, lo que deviene un espejo de esta realidad última.

Dado que ésta sólo puede ser descrita y representada por medio de una ecuación, parece como si la física, «disciplina de base», no se apoyase más que en las matemáticas. De este modo, el suelo del materialismo se oculta y su metafísica se disuelve en las abstracciones de una metafísica cuántica. El modelo físico de las ciencias de la naturaleza (y del matemático) reenvía al modelo matemático del físico: la escalera se cierra formando un bucle. El nivel inferior, la base, se apoya en algo que parece proceder del nivel más elevado, el de las estructuras lógico-matemáticas del pensamiento, objeto a su vez de la psicología, que se fundamenta en la fisiología, la que a su vez se fundamenta en la física cuántica, que a su vez lo hace en la lógica matemática, etc.

Para evitar este bucle interminable es preciso admitir una armonía preestablecida entre las estructuras matemáticas abstractas y la naturaleza concreta, o mejor, circular en la escalera en dirección opuesta, «de arriba abajo», algo que realizan sistemáticamente las tradiciones místicas. O, en fin, eliminar el problema suprimiendo las ciencias psicológicas y lingüísticas de las disciplinas, como lo harían Oppenheim y Putnam [2.62] en su período reduccionista.

En todos los casos, de trata de una especie de «monoteísmo» abusivo en el que el error es el mismo, tanto en su versión materialista como en su versión espiritualista: quererle meter mano a una «realidad última» retrayéndola ya sea a «la materia», ya a la «conciencia». Pero ambas sólo pueden recubrir extensiones abusivas en el universo entero, por una parte las de nuestras experiencias sensoriales de la realidad exterior macroscópica y, por otra, las de nuestras experiencias propioceptivas e introspectivas de nuestra vida interior.

Y, sin embargo, *desde el punto de vista del método científico*, los dos «monoteísmos» no son simétricos en el error, a causa precisamente de las ventajas pragmáticas del materialismo y del reduccionismo. Lo que, en efecto, es indispensable es «jugar al

juego» reduccionista, ya que sin él todo el edificio del discurso científico se vendría abajo; más exactamente, es su proceso lo que se detiene. No por razones metafísicas o teóricas, sino, una vez más, por razones pragmáticas e históricas: es así como el conocimiento científico se ha constituido sobre la base:

1. de explicaciones causales y no voluntaristas ni intencionales, incluso si se utilizan además modelos de causalidad más ricos que la causalidad lineal con determinaciones únicas;

2. de explicaciones de «abajo hacia arriba» y no de «arriba hacia abajo» [2.63], es decir del nivel de organización más particular al más integrado, incluso cuando la relación parte-todo es más general que la simple relación de inclusión espacial antes considerada;

3. de la distinción sujeto-objeto, postulando una existencia objetiva de las cosas fuera de la subjetividad de los individuos, aun cuando el papel de la medida y de la observación en la constitución de los objetos no se puede ignorar.

Es difícil teorizar este proceso de forma satisfactoria como lo muestra ampliamente [2.64] la crítica de los últimos que lo intentaron, en la línea del neopositivismo. Y, en el fondo, se observa que se acepta la ciencia a priori, no a causa de justificaciones teóricas que sólo podemos intentar obtener penosamente y a destiempo de la práctica científica tal y como se realiza; sino simplemente a causa de su eficacia en la predicción y en la manipulación. Por esto, poco importa si los tres principios o postulados implícitos [2.65] que dirigen esta práctica —supuestos a partir de los cuales, por un consenso poco o mal formulado, las publicaciones y los razonamientos de la comunidad científica se producen efectivamente— son el resultado de razones históricas contingentes o no. Para nuestros propósitos no importa si las limitaciones que tales supuestos han instituido, eliminando sus negaciones (si bien de forma relativa y, a veces, incluso contradictoria), son criterios de demarcación que finalmente una filosofía empiricista lógica conseguiría fundamentar, o tan sólo el resultado arbitrario de una práctica forzosamente parcial que sólo ha eliminado de forma puntual lo que le molestaba, cada vez, en la prosecución de éxitos operatorios, siguiendo «intereses a menudo divergentes» [2.66]. En todos los casos, la eficacia del conocimiento científico —que hace que, a priori, se lo acepte (o se lo rechace!) tal cual— se halla en este procedimiento con esas limitaciones que, prácticamente, lo hacen existir. Querer suprimirlas y efectuar razonamientos que niegan la distinción sujeto-objeto, que se fundamentan de arriba hacia abajo y en los que la causalidad se halla reemplazada por la finalidad de una volun-

tad consciente o inconsciente, significa querer sustituir el conocimiento científico por otro modo de conocimiento [2.67], por ejemplo místico. Como veremos más adelante, esto puede ser perfectamente legítimo incluso desde un punto de vista pretendidamente «racional», si se tiene en cuenta sobre todo el ámbito y «el interés» que podemos desear asignar a dicho conocimiento. Por el contrario, suprimir estas limitaciones *sin salirse de la ciencia* no sólo es ilusorio sino que es autodestructor: es pretender una forma de conocimiento que ya no sería nada, pues equivaldría a serrar la rama en la que descansa; o bien lo sería Todo, pues, al igual que Dios, coincidiría y se disolvería con todo y con su contrario; pero, entonces, las limitaciones del lenguaje (formalizado o no, teológico o de otra naturaleza) serían demasiado deformadoras y sólo convendría el silencio total... Es en el interior de estas limitaciones y gracias a ellas como se ha construido el conocimiento científico: querer utilizar fuera de ellas el vocabulario de la ciencia, sus herramientas teóricas, su método experimental, es crear monstruos irrisorios y estériles como la cientología, la teología matemática y otras astrologías científicas; en una palabra, lo que Freud temía en gran manera de Jung (y de sí mismo ciertamente, como cada uno de nosotros) designándolo con el nombre de «lodo negro del ocultismo» [2.68].

Y, sin embargo, como hemos visto al principio, la tentación de dejarse disolver en la unidad del gran Todo es muy grande, y proviene no sólo del exterior sino también del interior de la ciencia. Hemos narrado episodios en los que se expresaba particularmente esta tentación, y de los que el coloquio de Córdoba constituye un paradigma, un modelo. Pero hemos visto también que el científicismo reduccionista tampoco logra evitarlo cuando la ciencia se utiliza, no como práctica, sino como explicación e ideología. Probablemente, esta tentación se debe a una necesidad profunda a la que, en nuestra vida cotidiana, difícilmente podemos renunciar, la de explicar y de racionalizar. Y ante esta necesidad yo mismo claudico ahora al intentar «entender» el fenómeno de Córdoba, explicarlo y racionalizarlo. En mi descargo: con ello, no pretendo en absoluto realizar una obra científica. Pues si bien la necesidad de comprender y de explicar es uno de los motores de la ciencia (siendo el otro la de dominar y construir), desborda ampliamente las producciones de la ciencia. Impaciente, es esta necesidad la que impulsa las explicaciones metacientíficas en las que se integran, digieren, metabolizan partes de la ciencia, unificándolas en un fresco grandioso [2.69] o ridículo según el talento del visionario.

12. *Funciones biológicas e intencionalidad:
desbordamiento de lo científico por lo cotidiano y lo ético*

Hemos visto que la conciencia de sí mismo y la creación de significaciones constituyen probablemente el nudo de la articulación cuerpo-espíritu. Hemos visto también cómo este problema se puede abordar —y tal vez resolver— mediante un proceso reduccionista, débil, pero reduccionista al fin y al cabo. Se procede por apoyos recíprocos de la cibernética y de la biología, un ir-y-venir de las observaciones de estructuras y funciones biológicas a los modelos de simulaciones en ordenadores, como, por ejemplo, máquinas para aprender y redes de autómatas autoorganizadores. Pero es preciso comprender muy bien por qué este proceso no puede conducir a una metafísica de la conciencia y de la intencionalidad, ni en un sentido ni tampoco en el otro, ni para negar su realidad ni, por el contrario, para afirmar su omnipresencia en la naturaleza. El reduccionismo fuerte, al erigir esos primeros resultados en un saber verdadero, se conforta en una metafísica materialista unitaria, concediendo sólo una realidad ilusoria a nuestra experiencia subjetiva de intenciones conscientes —con su corolario de libertad y de responsabilidad—, así como por otra parte a las intencionalidades inconscientes tal como las describen los psiconalistas. Pero esta actitud, muy cómoda en el plano de la coherencia teórica, se halla de hecho desconectada de nuestra *vivencia* cotidiana, en particular social y jurídica, comprendiendo también la de los propios individuos, filósofos u hombres de ciencia, que se constituyen en sus defensores; y de hecho no es una vivencia porque realmente es *invivable*. En el lado opuesto, el reduccionismo débil conduce a una actitud pragmática, incómoda en el plano teórico, pero *vivable*.

La dificultad proviene de que la observación de un comportamiento dotado de significación, en el sentido de que constituye la realización de una función, tiende a hacernos asociar el origen de esta significación con una finalidad intencional, la cual determina de antemano el objetivo que debemos esperar para esta función, la tarea a realizar respecto de la cual un comportamiento será adaptado o no, tendrá sentido o será absurdo. Todo el esfuerzo de la biología moderna ha consistido en separar la intencionalidad de la finalidad —la teleología de la teleonomía—, gracias a la metáfora del programa, a las teorías de la adaptación biológica retomadas en el ámbito del evolucionismo neodarwiniano y, en fin, a los modelos de autoorganización. Pero este esfuerzo, aunque funciona en el plano operativo de pro-

ducción de hipótesis fecundas y de modelos que permitan manipulaciones predictivas y eficaces, no hace sino volver a situar el problema en el plano teórico y filosófico.

En efecto, en nuestra vivencia cotidiana, en particular en la social, no podemos evitar, cuando observamos un mensaje o un comportamiento que tiene sentido, atribuirle una intención a quien emite dicho mensaje o se comporta de tal forma. Se trata evidentemente de una proyección de nuestra propia experiencia cuando nos expresamos y nos comportamos de forma intencional con el fin de decir o hacer algo. Pero toda la realidad de nuestra vida en sociedad —comprendiendo en dicha realidad también la de nuestros laboratorios de investigación y la de los departamentos de filosofía en los que se elaboran teorías reduccionistas— se hundiría sin esta proyección que cada cual efectúa sin siquiera pensar en ella. Sin ella, la propia noción de responsabilidad personal y la consiguiente noción jurídica de «persona física o moral» carecería de toda efectividad. Se hace difícil aceptar que las interacciones neuronales puedan ser consideradas responsables de un crimen o de una buena acción, apreciados (el crimen o la buena acción) como tales y juzgados mediante otras interacciones neuronales. En el otro extremo, si un observador exterior observa el comportamiento de una red de autómatas probabilísticos con autoorganización funcional sin conocer su estructura, caerá en la tentación de atribuirle una intencionalidad; la que debería, al parecer, presidir cualquier efecto de creación de significación cuando se lo observa en forma global desde el exterior.

De hecho, la producción de tales modelos automáticos constituye un paso al límite, una extrapolación hasta el absurdo, que debe permitirnos comprender mejor lo que sucede cuando observamos sistemas naturales creadores de significaciones, como, por ejemplo, de animales o de otros seres humanos, y a los que, por proyección, atribuimos intenciones.

Cuando observamos un perro que intenta hallar a su dueño, desarrollando para ello una estrategia que le permite, por ejemplo, si está encerrado en alguna parte, buscar primeramente una puerta y abrirla, después intentar reconocer algún vehículo susceptible de transportarlo, con lo que parece que comprende la función de este vehículo, y seguidamente utilizarlo para lograr su fin, estamos describiendo un comportamiento evidentemente con finalidad [2.70], como si dicho perro, inicialmente, tuviese una intención, la de hallar a su dueño, y como si todo su comportamiento estuviese entonces dirigido por esta intención. Es con estos términos como describimos este fenómeno con toda

naturalidad, sin plantearnos cuestión alguna acerca de la legitimidad misma de esta descripción. De hecho, prestamos al perro un comportamiento, del que nosotros poseemos por lo demás una experiencia interior, la de nuestros propios comportamientos con finalidades intencionales que intentan conscientemente lograr un objetivo. Pero si ahora observamos un comportamiento completamente similar al del perro, salvo por el hecho de ser realizado por una célula aislada, por ejemplo un glóbulo blanco de la sangre cuya función consiste en fagocitar y digerir los cuerpos extraños del organismo, bacterias o células muertas, de los que el organismo debe librarse, también entonces vemos que la célula se dirige hacia su presa, rodea eventualmente los obstáculos, cambia de forma para poderse deslizar, por un pasaje estrecho, de ser necesario. Y, sin embargo, no atribuimos una intencionalidad a este comportamiento con finalidad; buscamos, por el contrario, y a menudo encontramos, un mecanismo físico-químico causal que explique el fenómeno: la célula presa, o la bacteria, segrega en el medio una sustancia que se difunde a distancia y estimula la membrana del glóbulo blanco. Bajo el efecto de este tipo de señales, que pueden tomar la forma de cambios de concentraciones de ciertos iones, algunas moléculas contráctiles cuya forma depende de las concentraciones iónicas—debido a fenómenos de atracciones y repulsiones eléctricas—cambian de forma. Todo ello implica deformaciones del conjunto de la célula, las cuales producen los movimientos ameboides en dirección a las regiones en las que estas sustancias estimuladoras se hallan en mayor concentración, es decir, en el entorno de la presa, etc.

Asimismo, los movimientos de atracción de los espermatozoides por un óvulo se explican por un quimiotactismo de este tipo que actúa sobre los flagelos que sirven de aparato locomotor de los espermatozoides y en absoluto por una intención consciente—¡ni tampoco inconsciente en el sentido psicoanalítico!—, ¡y mucho menos aún mediante una estrategia de seducción!

En alguna parte, entre estos comportamientos de células aisladas y los del perro, colocamos una barrera que nos impide hablar como si hubiese intencionalidad en el caso de las células, pero no en el caso del perro. Pero ¿dónde se halla esta barrera? ¿Dónde colocaríamos una alga o un molusco o una rana en relación con esta barrera?

Otro ejemplo de esta misma barrera es todavía más sutil, ya que separa especies diferentes, aunque muy próximas, dentro de un mismo género, el de los murciélagos.

Las diferentes especies de murciélagos constituyen un tema

de estudio muy particular puesto que constituyen un ejemplo de línea evolutiva con encefalización progresiva, igual que en otra familia que nos interesa particularmente, la de los primates que desemboca en el hombre. También aquí se observa una evolución con aparición de especies nuevas cuyo cerebro es cada vez mayor en relación con el peso del cuerpo, y con comportamientos distintos. Paul Pirlot [2.71], de Montréal, ha pasado muchos años estudiando estas distintas especies de murciélagos y ha intentado correlacionar sus distintos comportamientos alimentarios con la talla de su cerebro. En líneas generales, ciertas especies son insectívoras y se nutren de forma casi automática gracias a un aparato de ultrasonidos muy perfeccionado del tipo del sonar, que les permite detectar y engullir con toda seguridad cualquier insecto que pase suficientemente cerca en el interior de un ángulo dado. Otras especies son fructívoras, nectarívoras como las abejas, y finalmente otras, los vampiros, se nutren de sangre de los diversos mamíferos, ovejas, hombres u otros, mordiéndoles sus venas durante el sueño.

Contrariamente a lo que pensaban los especialistas, Pirlot ha podido probar que las especies más evolucionadas, con el cerebro más desarrollado, no eran las que estaban dotadas de sonar muy perfeccionado y que funciona con una precisión a toda prueba, sino los vampiros, cuyo comportamiento alimentario es de los más inseguros, exigiendo estrategias de aproximación realmente variadas según el tipo de animal al que atacan, su forma, el lugar en el que duermen, etc. En otras palabras, las primeras especies, las insectívoras con sonar, tienen un comportamiento alimentario ciertamente preciso de tipo maquinal automático, reflejo en el sentido de mecánico; mientras que las especies más recientes, con el cerebro más desarrollado, tienen un comportamiento que parece requerir una inteligencia intencionalizada y una estrategia, una planificación cuyo fin está planteado de antemano y cuyos medios para lograrlo son inventados a la medida de las circunstancias, como nuestro perro de antes o, mejor, como nosotros mismos.

Así, también ahí, y en el interior del mismo género de los murciélagos, distinguimos, por un lado, las especies cuyo comportamiento se explica por un movimiento puramente causalista, el funcionamiento de un sonar que desata movimientos de la lengua en la dirección y distancia tales que el insecto que pasa por allí queda atrapado con toda certeza y, por otra parte, especies cuyo comportamiento diversificado y adaptado se describe de forma finalista e intencional.

Por un lado, explicamos las observaciones por analogía con

nuestra experiencia subjetiva que consiste en decir: «Hacemos tal cosa por esto o por aquello, con vistas a esto o aquello» e igualmente: «El perro ladra *para* llamar la atención, con *vistas* a hallar a su dueño», etc. Por otro, nos prohibimos estos «para» y «con vistas a» y únicamente aceptamos los «a causa de»: a causa de una diferencia de concentración iónica, de un cambio de forma molecular, etc.

La actitud consecuente de un biólogo consistiría en aplicar al perro la misma interpretación que al glóbulo blanco y al espermatozoide, y en rechazar las explicaciones por medio de los «para» y «con vistas a».

Pero esto no es muy práctico en la vida cotidiana, ya que la descripción puramente causalista y físico-química del comportamiento de un perro, aun cuando fuese posible, sería extremadamente complicada: el menor movimiento de una pata requiere un número considerable de sucesos elementales en las células del sistema nervioso, en los distintos músculos implicados en el movimiento, etc. Y sobre todo, este tipo de explicaciones parecería dejar de lado lo esencial, a saber, la realización de una determinada función que da un significado al conjunto de los fenómenos elementales que observamos en un comportamiento integrado, un comportamiento que, para nosotros, parece tener algún sentido.

Dicho de otra forma, la intención se halla en la significación que damos a las cosas, y esta significación se produce por la observación de los efectos funcionales de las cosas. La barrera que colocamos entre explicaciones causales y explicaciones intencionales no existe ciertamente en las propias cosas; proviene de nuestra interpretación de lo que observamos, ya sea como comportamientos o mensajes que tienen cierto sentido porque parecen cumplir una función, ya sea como comportamientos o mensajes de los que no podemos o no queremos ver —a veces por razones de comodidad y de fecundidad en la investigación— la significación funcional. ¡No queremos verla, en una buena metodología de la investigación, porque esta significación funcional se halla a otro nivel de organización y de complejidad, como por ejemplo la función del espermatozoide como agente reproductor del individuo y de la especie! Designarla y tenerla en cuenta implicaría, hoy, una explicación puramente verbal y metafísica, como por ejemplo, la de Naturaleza o de Selección natural.

Y por esto, a la inversa, cada vez que vemos esta significación funcional y queremos tenerla en cuenta a propósito de las cosas que observamos, tenemos tendencia a invertir nuestra actitud y a admitir una intención en el origen de tales cosas.

Es así como nos vemos conducidos a hablar de máquinas, de ordenadores cuyos comportamientos parecen ser intencionales, en cuanto observamos creaciones de significaciones, como en nuestros ejemplos de redes, con todo muy simples y carentes de misterio.

Un paso más, que franqueamos entonces de forma completamente natural, consiste en plantearse la cuestión: una máquina de las llamadas «inteligente», ¿puede sufrir? Asimismo, una célula, una ameba, una bacteria... o incluso una rana..., o un perro, ¿pueden sufrir?

Nuevamente se plantea la pregunta «dónde colocar la barrera», pero esta vez nos sentimos tentados de ir en la otra dirección y proyectar la experiencia interior de nuestra subjetividad en todo lo que existe y funciona con una significación aparente. Y esta cuestión de las máquinas que podrían «pensar», «sufrir», prever, tener una estrategia autónoma, etc., empieza a ser debatida muy seriamente desde un punto de vista lógico y filosófico [2.72].

De hecho, las razones que nos llevan a colocar la barrera de la intención y de la significación —sin las cuales no existen la creatividad ni la responsabilidad— aquí o allá no pueden ser razones objetivas, que dependerían de la naturaleza de las cosas con independencia del contexto en el que las observamos.

Hemos visto que, en la práctica, en nuestra vida cotidiana, es más simple para nosotros olvidar a veces la actitud coherente del biólogo y contentarse con el «todo sucede como si», haciendo como si nuestro perro o cualquier otro ser parecido tuviese verdaderamente intenciones y proyectos.

Llevando las cosas hasta el extremo, nada prueba que deba aceptar este tipo de interpretación para cualquiera que no sea yo mismo: cuando atribuyo una intención a otro ser humano, proyecto en él asimismo, por analogía, mi experiencia. Salvo que ahora es posible decir, quizá, que existe el lenguaje articulado por el que describimos todo esto y sin el cual no habría ni ciencia ni filosofía; y este lenguaje nos es común..., pero solamente más o menos, y con muchas ambigüedades.

Esto significa que lo que nos hace colocar la barrera ahí y no en otra parte, atribuir intención y proyectos, y también sufrimiento y también posibilidad de crear, a otro ser humano y eventualmente a su perro, pero no a una brizna de hierba, ni a la bacteria, ni mucho menos a la máquina, ni al autómatas, lo que nos hace pues colocar esta barrera ahí y no en otra parte, no está justificado por consideraciones objetivas y científicas, sino esencialmente por consideraciones éticas, que nos conciernen a

nosotros mismos, en nuestras relaciones con los otros hombres y la naturaleza.

Aceptamos o rechazamos estas elecciones a causa de las consecuencias psicológicas y sociales que tienen en nuestra vida cotidiana. Los criterios son psicológicos, sociales y conciernen a nuestro propio comportamiento en nuestro vivir cotidiano, más que al conocimiento objetivo de las cosas que esperamos alcanzar por el método científico.

Ello no significa, claro está, que no debiéramos hacerlo, que no debiéramos colocar estas barreras; significa tan sólo que debemos comprender que se trata de una proyección verdaderamente animista, que rebasa los límites del método científico y de la que no podemos prescindir en nuestra vida cotidiana.

Entonces, una vez sabido, podemos colocar la barrera en un lugar que, desde el punto de vista del conocimiento objetivo de las estructuras y de los funcionamientos ocultos, podrá ser arbitrario, pero que es el de la percepción inmediata de las cosas que reconocemos sin reflexión; o bien podemos colocar la barrera de la intención y del proyecto *allí donde reconocemos una forma humana caracterizada por un cuerpo y un lenguaje*, en la que podamos proyectar nuestra experiencia subjetiva.

Dicho de otra forma, es la experiencia inmediata de una piel, de un cuerpo, de las palabras, experiencia precientífica o postcientífica, motivada por una preocupación ética del comportamiento más que por el conocimiento objetivo, lo que nos hace colocar intención, proyectos y creatividad, así como libertad y responsabilidad, en el interior de una piel, que cubre un cuerpo que, de cerca o de lejos, vemos que se parece al mío.

Bajo la influencia conjugada de la biología del comportamiento y de la etiología, por un lado, y de la inteligencia artificial, por otro, existe en ciertos autores una tendencia a dar una categoría científica a una intencionalidad no consciente, natural y no necesariamente humana, de la que evidentemente se derivaría [2.73] la intencionalidad humana. La barrera se sitúa entonces a un nivel de comportamiento animal, e incluso vegetal: no sólo al del perro que responde a la llamada de su amo en condiciones inhabituales, que adapta su comportamiento anticipándose respecto a algunos de sus hábitos después que han sido modificados, e inventa una nueva estrategia para mantener el marco de comunicación que le ha de permitir reconocer enseguida una nueva llamada, sino también al de una planta trepadora que se extiende al otro lado de un muro, «buscando» salirse de la sombra y alcanzar la luz, «esperando» que al otro lado del muro dé la luz. No se ignoran, claro está, los difíciles problemas de tra-

ducción que plantea al fisicalismo el carácter intencional del lenguaje utilizado en estas descripciones. Sabiendo incluso que los movimientos de las plantas se hallan regidos por tropismos cuyos mecanismos físico-químicos se conocen muy bien, y que los del perro se podrían, en principio, reducir a reflejos condicionados más o menos complicados, la descripción de su comportamiento global no puede evitar este lenguaje intencional. El uso de comillas —que parece imponerse en el caso de la planta, pero no tanto en el caso del perro— no arregla nada: no hace más que señalar la dificultad como diciendo: «Sé muy bien que esto no es “realmente” [2.74] así, pero “todo sucede como si” y no sé decirlo de otra manera». De ahí la necesidad de conservar este lenguaje, como buen reduccionista débil, o «funcionalista» o «fisicalista a trozos», prestos a intentar al mismo tiempo hacerlo más científico gracias al análisis y la construcción de lenguajes formalizados de ordenador, donde podrían eventualmente utilizarse índices de intencionalidad [2.75], definidos por el éxito de una tarea global por realizar. Extendiendo esta tesis lo más lejos posible, intentando traducir en lenguaje de programación las propiedades más específicas atribuidas por el lenguaje ordinario a las personas humanas (creencias, deseos, conocimiento, conciencia,...), D. C. Dennett [2.76] se ha visto conducido, de forma natural y bastante irresistible, a preguntarse por las condiciones en las que «un ordenador podría sufrir». En estas condiciones, el sufrimiento del ordenador no parecería más extraño que el del perro, sin hablar, claro, del de un molusco con un sistema nervioso rudimentario, o del de la ameba y de la paramecia, respecto de las cuales, como en el caso de la planta, no sabemos muy bien si sufren con o sin comillas.

Dicho con otras palabras, la intencionalidad, con el mismo título que otros fenómenos físicos y que todas las funciones biológicas adaptadas a la realización eficaz de tareas con una finalidad (respiración, digestión, reproducción, comunicación, etc.), sería tratada como una propiedad emergente. Constituiría lo propio de un nivel de organización en el que semejante comportamiento intencional no podría ser descrito sin que dicho nivel perdiese su especificidad. Los ensayos en esta dirección son de lo más interesantes, pero es preciso observar cuál es su postulado implícito. Aunque dependiendo de una especie de antropomorfismo y animismo inconsciente del lenguaje natural, es preciso observar que este género de descripciones descansa en un postulado de inteligibilidad y de racionalidad de lo real más fuerte aún que el que fundamenta a priori el proceso de explicación racional de la naturaleza por medio de la ciencia. En efecto,

como observa muy bien Dennett [2.77], estas intenciones atribuidas a los sistemas naturales son como abstracciones a las que se atribuye, en lo relativo a la elección de métodos y a su adaptación a los fines que se persiguen, una racionalidad parecida a la nuestra. Se supone a priori que los sistemas naturales —en este caso, animales o vegetales— tienen comportamientos racionales, y es esta racionalidad supuesta lo que nos ofrece una oportunidad de comprenderlos y de explicarlos con la ayuda de nuestra propia racionalidad. Como ha sugerido H. Simon [2.78], esto equivale a analizar los sistemas naturales como si fuesen artefactos, es decir, atribuirles el mismo tipo de adaptación racional de los medios a los fines que intentamos introducir en la construcción de nuestras máquinas organizadas. Dicho de otra forma, se trata de un postulado todavía más fuerte que el de la inteligibilidad racional de la naturaleza, el de una racionalidad *intencional* en la naturaleza. Ahora bien, el postulado de racionalidad causal habitual sólo se verifica circunscribiéndolo a dominios bien delimitados en los que se puede observar una racionalidad como ésta, gracias a métodos que eliminan, por construcción, del campo de la investigación cualquier realidad que no sea racional. G. Bateson [2.79], entre otros, había subrayado muy bien la ingenuidad que consiste en creer que la naturaleza se pliega a estas exigencias de racionalidad fuera de los dominios en que la parcelamos precisamente con objeto de poderseles imponer.

Si ahora se trata del postulado de una racionalidad *intencional*, las limitaciones que impondría un método susceptible de verificarlo científicamente son todavía más fuertes. Contrariamente a lo que piensan a menudo los místicos de la ciencia, este postulado no nos permite afirmar cualquier cosa, proyectando nuestra experiencia subjetiva de la intencionalidad en la naturaleza, en circunstancias que ésta es objeto de investigación que no sabemos (¿aún?) cómo formalizar. Permanecer en el interior de un proceso científico —respetar sus reglas del juego— implica en efecto que esta intencionalidad sea objetiva, conservando, claro está, la separación clásica del sujeto y el objeto. Dicho de otra manera, se trata de un postulado más fuerte, puesto que aún es más restrictivo.

Así, vemos que, lo tomemos por el extremo que lo tomemos, un conocimiento científico extendido a una metafísica unificadora produce tentaciones simétricas a aquéllas ante las que sucumben los místicos de la ciencia. Se quiere ver intenciones y proyectos por todas partes, donde nos aparecen significaciones funcionales tanto en una bacteria como en un autómatas o, por el contrario, negar su existencia en el lugar que sea, in-

cluyendo al otro ser humano, y, por otra parte, también a mí mismo, cuando juego a verme desde el exterior, «objetivamente». Se trata en esto de dos trampas que nos tiende un deseo de unificación y de gran síntesis a cualquier precio: la trampa espiritualista y la trampa reduccionista.

La voluntad de explicación global por medio de la ciencia es la que hace las veces, cuando sucumbimos a ella, de una tentación propiamente mística en el interior de la práctica científica. Y escapamos de ella por medio de la crítica incrédula y del restablecimiento de la distancia necesaria entre teoría científica, incluso la mejor establecida (sobre todo la más «establecida»), y realidad; en dos palabras, por medio de la aceptación del carácter pluralista de este proceso, tomando en cuenta la pluralidad de las disciplinas científicas tal como se dan, siempre de abajo hacia arriba, pero con blancos; fisicalismo «a trozos» de los funcionalistas, reduccionismo débil, es decir sin el apoyo (?) de una metafísica explicativa unitaria, en la que se aceptan los blancos del lenguaje, como también los que separan las disciplinas, en tanto que la dinámica del proceso por su parte intenta continuamente rellenar... con la ayuda del lenguaje, donde vuelven a aparecer otros blancos.

Muy distintas son las tradiciones místicas, en las que la necesidad de explicar como motivación profunda procede ahora francamente de arriba abajo en un proceso a priori unificado, sobre la base de experiencias de iluminaciones. Ya no elucidaciones progresivas a la búsqueda de islotes de luz dispersos, con la esperanza de agrandar esos islotes, sino iluminaciones gracias a una luz inicial, a la que se deberá adaptar enseguida la percepción de la realidad.

1. Véase H. Atlan, *Entre le cristal et la fumée*, Éd. du Seuil, París, 1979, cap. 1. (Hay traducción castellana: *Entre el cristal y el humo*, Debate, Madrid, 1990.)

2. A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic*, Penguin Books, Nueva York, 2.^a ed., 1946. (Hay traducción castellana: *Lenguaje, verdad y lógica*, Orbis, Barcelona, 1985.)

3. A este propósito véase F. Jacob, *La logique du vivant*, Gallimard, París, 1970 (hay traducción castellana: *La lógica de lo viviente*, Salvat, Barcelona, 1988); H. Atlan, *L'organisme biologique...*, op. cit., *Entre le cristal et la fumée*, op. cit.; A. R. Peacocke, *The Physical Chemistry of Biological Organization*, Clarendon Press, Oxford, 1983. Un número cada vez mayor de autores intenta analizar las consecuencias de la organización en varios niveles sobre las teorías biológicas, en particular las de los sistemas ecológicos y de los mecanismos de la evolución. Una de las dificultades proviene del hecho que los distintos niveles jerárquicos se pueden definir de maneras distintas según se consideren entre ellos relaciones de inclusión, de genealogía, u otras; y también de que los individuos sobre los que actúa la evolución se extienden a otros niveles (moléculas, especies, poblaciones) distintos del de los organismos individuales. (Para una reseña véase N. Eldredge y S. N. Salthe, «Hierarchy and Evolution», *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, vol. 1, 1984, págs. 184-208.)

4. Algunos estados psíquicos particulares (deseos, placeres, dolores, estrategias que implican una racionalidad) se atribuyen de forma espontánea a los hombres, pero también a un perro y también, quizás, a un pez; pero ¿qué ocurre con una ameba, o con un glóbulo blanco de la sangre que, mediante el microscopio vemos que se desplaza y se asocia con otros para rodear una presa y fagocitarla? Asimismo, bajo ciertas condiciones y con algunas reservas podemos plantearnos esta misma cuestión en lo que concierne a los autómatas. No obstante, es más fácil negar todo esto en todos los casos, hablando de «interacciones moleculares», o afirmarlo en todos los casos, hablando de «conciencia cósmica de las células». Lo que yo pretendo defender aquí es el derecho a establecer límites, que pueden parecer arbitrarios, pero que no están muy alejados, a menudo, de los sugeridos por la observación superficial y el lenguaje ordinario no científico.

5. En inglés, esta distancia se subraya por la diferencia entre *experiment* y *experience*.

6. Véase la nota 6.81.

7. L. Wittgenstein, *Tractatus Logico-philosophicus*, 5-135, 5-136. (Hay traducción castellana: *Tractatus logico-philosophicus*, Alianza, Madrid, 9.^a ed., 1989.)

8. P. Feyerabend, *Contra la méthode*, op. cit.

9. W. V. O. Quine, *Le mot et la chose*, trad. francesa de J. Dopp y P. Gochet, Flammarion, París, 1977. Respecto del método científico considerado en su relación con la verdad, Quine criticaba la concepción de Peirce según la cual la aplicación de las reglas del método debía aproximarnos cada vez más a la verdad, bajo la forma de una teoría ideal, como a un límite asintótico. Para Quine no hay razón alguna para pensar que deba existir un resultado ideal único a esta actividad de teorización de nuestros datos sensoriales: «...No tenemos razones para pensar que las irritaciones de superficie del propio hombre, incluso investigadas hasta la eternidad, se presten a una sistematización única que sea científicamente mejor o más simple que todas las demás. Parece más probable, aunque sólo sea cuestión de simetría y de dualidad, que una multitud de teorías puedan aspirar a ocupar el primer lugar. El método científico es el camino para encontrar la verdad, pero no proporcionarla, ni siquiera en principio, una definición única de la verdad. Cualquier definición llamada pragmática de la verdad está lamentablemente condenada al fracaso» (pág. 54.).

10. Para una introducción a este capítulo de la biología fisico-química véase, por ejemplo, E. Shechter, *Membranes biologiques. Structures, transports, bioénergétique*, Masson, París, 1984.

11. E. R. Kandel y J. H. Schwartz, «Molecular Biology of Learning: Modulation of Transmitter Release», *Science*, 218, 1982, págs. 433-443.

12. Véase más arriba pág. 76. Para una visión introductoria, véase el número 9 de la revista *Cognitive Science*, 1985, y, en el *Journal of Exp. Psychology (General)*, vol. 114, n.º 2, 1985, el artículo de J. L. McClelland y D. E. Rumelhart, «Distributed Memory and the Representation of General and Specific Information», págs. 159-188, con la discusión que sigue: «A Question of Level: Comment on McClelland and Rumelhart», de D. Broadbent, págs. 189-192, y «Levels Indeed! A Response to Broadbent», de D. E. Rumelhart y J. L. McClelland, págs. 193-197. Véase asimismo F. Fogelman-Soulie, «Théorie des automates et modélisation des réseaux», en *Jeux de Réseaux*, cahiers STS, Éditions du CNRS, París, 1986, págs. 13-24. En particular, el encuentro entre biología celular y modelos de inteligencia artificial se produce en el estudio de las redes y autómatas con umbral, en los que se simula un aprendizaje modificando la fuerza de las conexiones que resultan de las dinámicas de evolución de la red. En la serie de trabajos anteriores de F. Rosenblatt, de M. L. Minsky y S. Papert sobre los perceptrones (véase H. Atlan, *L'organisation biologique...* op. cit.), de K. Nakano («Associatron: A Model of Associative Memory», *IEEE Trans-Syst. Man Cybern.*, vol. SMC-2, 1972, págs. 380-388), de T. Kohonen («Correlation Matrix Memories», *IEEE Trans. Comput.*, vol. C-21, 1972, págs. 353-359) y de S. I. Amari («Characteristics of Random Nets of Analog Neuron-like Elements», *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, vol. 2, 1972, págs. 643-657), de las simulaciones de redes autoorganizadoras, han permiti-

do estudiar mecanismos de aprendizaje sobre tales redes (S. I. Amari, «Learning Patterns and Pattern Sequences by Self-Organizing Nets of Threshold Elements», *IEEE Trans. Comput.*, vol. C-21, n.º 11, 1972, págs. 1197-1206). El principio es que distintos estados de equilibrio de la red corresponden a diferentes formas que podemos conocer (por modificación de las conexiones y de los umbrales cuya composición determina estos estados de equilibrio); el reconocimiento de una forma consistirá entonces para la red en evolucionar de forma espontánea («autoorganizadora») hacia el estado de equilibrio que le corresponde, bajo el efecto de un estímulo que coloca la red en un estado no muy diferente, pero no necesariamente idéntico («memoria asociativa»).

13. A. R. Peacocke, *The Physical Chemistry of Biological Organization*, op. cit.

14. Esta traducción de los conceptos de un nivel a otro, y esta derivabilidad de las leyes (relaciones entre conceptos) observadas a un nivel a partir de las de otros, son las condiciones que había planteado ya el filósofo E. Nagel (*The Structure of Science*, Harcourt Brace and World, Nueva York, 1961; hay traducción castellana: *La estructura de la ciencia*, Paidós Ibérica, Barcelona, 2.ª ed., 1989) y que ha retomado recientemente el biólogo F. J. Ayala («Biology and Physics: Reflections on Reductionism», en *Old and New Questions in Physics, Cosmology, Philosophy and Theoretical Biology* [Essays in honour of W. Yourgrau], A. Van der Nerve (ed.), Plenum Press, 1983), para admitir que una reducción epistemológica es posible: es decir que una disciplina que se ocupa de un cierto nivel de organización (como la biología) se puede reducir a otra disciplina, llamada «de base» (como la física), que se ocuparía de otro nivel, más elemental.

15. Incluso si en los casos más simples —y solamente en estos casos— estas magnitudes se pudiesen deducir de estructuras moleculares calculadas a partir de la ecuación de Schrödinger, su propia existencia no se habría deducido si la observación y la clasificación no hubiesen permitido, por los métodos propios de la química, definir previamente estas nociones con su significación química habitual, irreductible (en el sentido que hemos dicho) a la de los conceptos de la física atómica. (Véase más adelante cómo Feynman aborda esta cuestión en su *Cours de physique*; y M. Bunge, «Is Chemistry a Branch of Physics?», *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, XIII/2, 1982, págs. 209-223.)

16. A. R. Peacocke, *The Physical Chemistry...*, op. cit., pág. 269.

17. M. Heidegger, conferencia añadida al libro *Le Principe de raison*, 1957, trad. francesa de A. Préau, Gallimard, París, 1962, pág. 257.

18. J. A. Fodor (*The Language of Thought*, Crowell, Nueva York, 1975; hay traducción castellana: *El lenguaje del pensamiento*, Alianza, Madrid, 1985; y «The Mind Body Problem», *Scientific American*, enero, 1981, págs. 124-132; véase también su artículo traducido al francés y publicado por P. Jacob en *De Vienne à Cambridge, l'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*, Gallimard, París, págs. 379-400), es uno de los autores más representativos de esta actitud, llamada funcionalista. También él estableció una distinción entre un «fiscalismo a trozos» (*token physicalism*), que correspondería bastante bien a nuestro reduccio-

nismo débil, o a la unidad de los procesos en el método reduccionista según Peacocke, siguiendo a Nagel y Ayala, y un «fiscalismo por tipo» que corresponde al reduccionismo epistemológico de estos autores, o a nuestro reduccionismo fuerte, en el que sería posible traducir sin residuo en el lenguaje de la física todos los fenómenos descritos hoy día y explicados en el lenguaje de otras disciplinas. Si esta actitud funcionalista permite escapar al dilema metafísico del monismo (materialista o espiritualista místico) y del dualismo (otra forma de espiritualismo), manteniendo las ventajas de la práctica reduccionista sin ceder a los espejismos de la explicación unitaria, presenta no obstante el defecto, al menos bajo su forma inicial, de pegarse demasiado a la metáfora del ordenador programable como modelo único de las funciones cognitivas y lingüísticas del cerebro. En particular, todo el problema de la representación en psicología está falseado por este motivo (ver H. Atlan, «Noise, Complexity and Meaning in Cognitive Systems», *Revue Internationale de Systémique*, vol. 3, n.º 3, 1989, págs. 237-249; y B. Shanon, «The Role of Representation in Cognition», *Thinking*, J. Bishop, J. Lockheed y D. N. Perkins (eds.), L. Erlbaum Publ., Hillsdale, N. J., 1987, págs. 33-49; así como la evolución reciente de los trabajos de H. Putnam, indicados más adelante (véase nota 2.26). Los nuevos desarrollos en inteligencia artificial que consideran, renovándola, la problemática de los sistemas autoorganizadores (véase más adelante) afortunadamente amplían el marco de esta metáfora. La última obra de J. A. Fodor (*The Modularity of Mind*, MIT Press, Cambridge, 1983; hay traducción castellana: *La modularidad de la mente*, Morata, Madrid, 1986) parece además tomar nota de los límites de estas aproximaciones en las que las únicas «computaciones» a considerar eran las de los autómatas finitos deterministas.

19. Esto puede, por otra parte, no ser despreciable en cuanto pueden ponerse límites a las posibilidades de la máquina en lo referente a tiempo de cálculo, complejidades de problemas por resolver, etc. Traspuestos al análisis de los sistemas naturales, estas medidas son aún más importantes en tanto que se pueden correlacionar con las limitaciones observadas empíricamente (ver nota 2.28)

20. A. Jacquard, «Le piège de l'addition», en *Au péril de la science*, Éd. du Seuil, París, 1982, págs. 41-45. (Hay traducción castellana: *La ciencia, ¿una amenaza?*, Gedisa, Barcelona, 1983.)

21. D. C. Mikulecky, W. A. Wiegand y J. S. Shiner, «Reductionism vs. Wholism: the Role of Network Models», en *A Simple Network Thermodynamic Method for Series-Parallel Coupled Flows*. 1. «The Linear Case», *Journal of Theoret. Biol.*, 69, 1977, págs. 471-510; y D. C. Mikulecky, *A Simple Network Thermodynamic Method...* 2. «The Non Linear Theory with Applications to Coupled Solute and Volume Flow in a Series Membrane», *Journal Theoret. Biol.*, 69, 1977, págs. 511-541.

22. Véase la discusión de los modelos informáticos y de su diferencia con los modelos matemáticos analíticos en H. Atlan, «Postulats métaphysiques et méthodes de recherche», *Le Débat*, n.º 14, julio-agosto 1981, págs. 83-89; y «L'émergence du sens et du nouveau», en *L'auto-organisation, de la physique au politique*, P. Dumouchel y J.-P. Dupuy (dir.), col. de Cerisy, Éd. du Seuil, París, 1983, págs. 115-138.

23. Véase nota 18.

24. Más aún cuando se trata de sistemas naturales en los que los lenguajes de traducción de un nivel al otro no existen. Con raras excepciones (descripción de fenómenos químicos simples en el lenguaje formalizado de la física cuántica), quien sirve de lenguaje de traducción entre las distintas disciplinas es el lenguaje natural todavía no formalizado, con todas sus ambigüedades y sus «enmarañadas jerarquías» (Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach*, Basic Books, Nueva York, 1979, trad. francesa de J. Henry y R. French, Interéditions, Paris, 1985; hay traducción castellana: *Gödel, Escher, Bach*, Tusquets, Barcelona, 3.^a ed., 1989). Además, más que de algoritmos de traducción deterministas y unívocos del género compilador de sistemas informáticos, estamos aquí más cerca de la imposibilidad de verdaderas traducciones de un lenguaje natural a otro, como las que, por ejemplo, ha analizado Quine (W. J. Quine, «On the Reasons for Indeterminacy in Translation», *J. Philosophy*, LXVII, marzo 1970).

25. D. C. Dennett, «Artificial Intelligence as Philosophy and Psychology», en *Brainstorms*, Bradford Books Publ., Montgometry, Vermont, 1978, cap. 7, págs. 113-114.

26. En la moda de la biología de la doble hélice, estos dos autores habían escrito en 1958 un artículo sobre la unidad de la ciencia (P. Oppenheim y H. Putnam, «The Unity of Science as a Working Hypothesis», en H. Feigl, G. Maxwell, M. Scriven (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, II, Minneapolis University of Minnesota Press, 1958, págs. 3-36, traducido y publicado en francés por P. Jacob, *De Vienne à Cambridge, l'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*, op. cit.), verdadero manifiesto del reduccionismo fuerte y triunfante. El discurso de la física, disciplina de base, debía llegar, poco a poco, a reemplazar el de las restantes disciplinas. De forma significativa, mientras creían hallar en la biología molecular y la cibernética en sus inicios la justificación del materialismo unitario más puro, describían los distintos niveles de organización de lo real como «niveles de reducción». Uno de los presupuestos consistía en no considerar entre uno y otro nivel más relación que bajo la forma de inclusión espacial. Quizá sea esta la razón por la cual los niveles del psiquismo y de las disciplinas que de él se ocupan —psicología, lingüística,...— no aparezcan ni siquiera entre los seis niveles de reducción considerados. Estos se hallaban limitados «de abajo hacia arriba» a los de las partículas elementales, de los átomos, de las moléculas, de las células, de los seres vivos multicelulares y de los grupos sociales, es decir a aquellos entre quienes se observa con claridad una relación de inclusión espacial. Por el contrario, el pensamiento y el lenguaje, por no hablar de los sentimientos y de las creencias, no se pueden situar respecto de los seres vivos ni como todo ni como partes desde el punto de vista de esta relación *espacial* de las partes al todo (véase más arriba pág. 82). De todo ello resultaba que la psicología y la psicolingüística no podían tener siquiera la condición de disciplinas científicas, a pesar de que son tan caracterizables como la sociología por sus observables y sus teorías y que, por ello, no son ni más ni menos científicas que esta disciplina. Allí, por el contrario, su

condición parecía ser el de las angelologías o de las demonologías, que se dedicarían a estudiar las propiedades de las cosas que no existen.

Un poco más tarde, este reduccionismo fuerte comenzaría a ser seriamente criticado, en particular por los discípulos de Popper, entre otros representantes de la filosofía analítica, como lo atestigua un artículo de inspiración y de contenido muy distinto sobre la misma cuestión, «Unité et diversité de la science», de J. Agassi («Unity and Diversity in Science», *Boston Studies in the Philosophy of Sciences*, IV, 1969, págs. 463-519). En fin, algunos años más tarde, el propio H. Putnam («Reductionism and the Nature of Psychology», *Cognition*, 2 (1), 1973, págs. 131-146) se retractaba públicamente, calificando de «falsas» sus anteriores posiciones, que había compartido por lo demás con la mayoría de los filósofos de las ciencias de su generación. De forma reveladora, el análisis de la condición de la psicología se hallaba entonces en el centro de su argumentación. La tesis reduccionista que había defendido con anterioridad implicaba que el cerebro del hombre debía asimilarse a una máquina de Turing, y los estados psicológicos debían serlo «a los estados o disyunciones de estados de una máquina de Turing». Esta era la tesis que rechazaba ahora, porque, entre otras, ignoraba los efectos de las «creencias sociales sobre el comportamiento individual». De forma general, su crítica principal se refiere entonces al poder explicativo de las teorías reduccionistas —incluso cuando tienen éxito—, que disminuye a medida que se sitúan a un nivel de organización más alejado (es decir más elemental) de nivel, más globalizante, que se pretende explicar. Pues «el hecho que el comportamiento de un sistema se pueda deducir de su descripción como sistema de partículas elementales no implica que pueda explicarse por medio de esta descripción». Ello se debe a que la explicación pone en evidencia los rasgos pertinentes de una situación que hay que explicar, y esos rasgos sólo aparecen al nivel en que son percibidos los fenómenos que se tienen que explicar. Véase también más adelante las objeciones de Feynman a una metafísica unitaria como ésta (nota 2.49).

En fin, en sus trabajos más recientes, Putnam prosigue su ruptura con el reduccionismo señalando las debilidades del funcionalismo en cuanto teoría computacional del pensamiento, que toma demasiado seriamente la metáfora del ordenador. Esta teoría dependería todavía de un reduccionismo, no ya de los estados mentales a los estados físico-químicos, sino a los estados computacionales (de un lógico hipotético), no reducibles a su vez a los estados físicos de lo material. En esta línea, dirige su crítica a Chomsky, con su idea de un órgano innato del lenguaje, y sobre todo a Fodor con su teoría de representaciones mentales localizadas. Y se apoya, entre otros, en el papel central que reconoce a la interpretación y a los modos de formación de las convicciones en las que se apoya nuestra apreciación de la realidad; esto, por lo demás, tanto a través de nuestro discurso científico como a través de nuestra forma habitual de utilizar el lenguaje. Abandona los últimos vestigios de una teoría mentalista de la significación lingüística, que subsistían aún en sus trabajos de 1975, para no ver en la significación de las palabras sino una construcción social, como muchos de los filósofos ac-

tuales desengañados del neopositivismo. Véase un examen de sus últimas posiciones en H. Putnam, «Meaning and our Mental Life», *The Kaleidoscope of Science, Boston Series in the Philosophy of Science*, n.º 94, E. Ullman-Margalit (ed.), Reidel Publ., Dordrecht, 1986, págs. 17-32.

27. Esta es la razón por la que la teoría de los objetos mentales (J.-P. Changeux, *l'Homme neuronal*, Fayard, París, 1983; hay traducción castellana: *El hombre neuronal*, Espasa-Calpe, Madrid, 1986) o bien es evidente en su forma general (a cada concepto, sensación, emoción, etc., corresponde un estado cerebral), pero poco informativa (en tanto que no se sabe de qué están hechos esos estados cerebrales), o bien engañosa si sugiere que es posible describir esos estados en forma de actividades eléctricas y/o bioquímicas de conjuntos de neuronas, pasando por encima de los niveles de observación de la psicología experimental, de la lingüística, de la psico- y sociolingüística. Un salto de esta naturaleza se halla tan poco justificado como el de B. Josephson, mencionado en el capítulo anterior, que asociaba estados psíquicos a estados cuánticos de la materia cerebral saltándose todos los niveles intermedios, incluyendo también el nivel neuronal.

28. Indiquemos que, para los psicólogos de esta nueva escuela, el descubrimiento de estas mismas limitaciones, en el aspecto pertinente de su repercusión en el funcionamiento psíquico, podría ser el resultado de estudios experimentales: por ejemplo, descubrimientos, mediante técnicas de psicología experimental, de invariantes sobre el número maximal de sucesos que nuestro sistema cognitivo puede tratar a la vez, sobre las relaciones entre memoria a corto plazo y a largo plazo y las constantes de tiempo que se miden en ellos. Las trabas y limitaciones que aparecen a nivel funcional integrado deberían orientar, pues, la investigación a nivel neurofisiológico para descubrir allí su fundamento físico-químico. Véase, por ejemplo, G. A. Miller, «The Magical Number Seven, Plus or Minus Two», en D. C. Hildum, *Language and Thought*, D. Van Nostrand Co., 1967, págs. 3-31.

29. Véase H. Atlan, *L'organisation biologique...*, op. cit.

30. Véase H. Atlan, *Entre le cristal et la fumée*, op. cit., y, para trabajos más recientes, P. Dumouchel y J.-P. Dupuy (dir.), *L'auto-organisation, de la physique au politique*, op. cit.; H. Haken (ed.), *Synergetics: An Introduction. Non Equilibrium Phase Transitions and Self Organization in Physics, Chemistry and Biology*, Springer, Berlín, 1978. S. German, «Notes on a Self-Organizing Machine», en G. E. Hinton y J. A. Anderson (eds.), *Parallel Models of Associative Memory*, L. Erlbaum Publ., Hillsdale, págs. 237-264. M. Milgram y H. Atlan, «Probabilistic Automata as a Model for Epigenesis of Cellular Networks», *Journ. Theoret. Biol.*, 103, 1983, págs. 523-547. T. Kohonen, *Self Organization and Associative Memories*, Springer, 1984; S. Wolfram, «Computation Theory of Cellular Automata», *Communications in Mathematical Physics*, 96, 1984, págs. 15-57. H. Atlan, «Two Instances of Self Organization in Probabilistic Automata Networks: Epigenesis of Cellular Networks and Self Generated Criteria for Pattern Discrimination», en J. Demongeot, E. Goles y M. Tchuente (eds.), *Dynamical Systems and Cellular Automata*, Academic Press, 1985, págs. 171-186; D. d'Humieres y B. A.

Huberman, «Dynamics of Self Organization in Complex Adaptive Networks», en J. Demongeot et alii, *ibid.*, págs. 187-196.

31. Véase H. Atlan, *Entre le cristal et la fumée*, op. cit., cap. 4.

32. Un ejemplo más antiguo es el trastorno de las clasificaciones científicas del mundo animal y vegetal, producido por la observación de formas intermedias gracias al microscopio y a la bioquímica de la fotosíntesis.

33. H. Atlan, «Information Theory and Self Organization in Ecosystems», en R. E. Ulanowicz y T. Platt (eds.), *Ecosystem Theory for Biological Oceanography*, Can. Bull. Fish. Aquat. Sci., n.º 213, 1985, págs. 187-199; «Two instances of Self Organization», *Dynamical Systems and Cellular Automata*, op. cit.; «Création de significations dans des réseaux d'automates», en *Jeux de réseaux*, op. cit., págs. 65-79; «Self Creation of Meaning», en H. Haken, T. Arecchi, K. E. Eriksson, *The Physics of Structure and Complexity*, Physica Scripta, vol. 36, págs. 563-576; D. Pellegrin, «Capacités de reconnaissance des réseaux booléens aléatoires», *Cognitive 85, colloque scientifique, De l'intelligence artificielle aux bio-sciences*, Cesta-Afcet-Arc, París, 1985, págs. 419-424; H. Atlan, E. Ben Ezra, F. Fogelman-Soulié, D. Pellegrin y G. Weisbuch, «Emergence of Classification Procedures in Automata Networks as a Model for Functional Self-Organization», *Journ. Theoret. Biol.*, 180 (3), 1986, págs. 371-380. Se trata de la continuación de los trabajos emprendidos desde hacía muchos años sobre la dinámica de redes de autómatas booleanos aleatorios con propiedades de autoorganización estructural (S. Kaufmann, 1970, «Behavior of Randomly Constructed Genetic Nets: Binary Element Nets», en C. H. Waddington (ed.), *Towards a Theoretical Biology*, vol. 3, Edinburgh Univ. Press, págs. 18-37; H. Atlan, F. Fogelman-Soulié, J. Salomon, G. Weisbuch, «Random Boolean Networks», *Cybernetics and Systems*, 12, 1981 págs. 103-121; F. Fogelman-Soulié, E. Goles-Chacc, G. Weisbuch, «Specific Roles of the Different Boolean Mappings in Random Networks», *Bull. Mathem. Biol.*, 44, 5, 1982, págs. 715-730; F. Fogelman-Soulié, «Réseaux d'automates et morphogénèse», en P. Dumouchel y J.-P. Dupuy, *L'Auto-organisation, de la physique au politique*, op. cit., págs. 101-114; H. Atlan, «L'émergence du nouveau et du sens», en *ibid.*, págs. 115-138; S. Kaufmann, «Boolean Systems, Adaptive Automata, Evolution», en E. Bienenstock, F. Fogelman-Soulié, G. Weisbuch (eds.), *Disordered Systems and Biological Organization*, NATO Series in Computer and Systems Sci., Springer Verlag, 1986, págs. 339-360). Estas redes se hallan formadas por elementos conectados de forma tal que cada una recibe dos entradas de dos de sus vecinos y, como respuesta, envía dos señales a otros dos vecinos. Cada elemento sólo puede tener dos estados, y envía a ambos vecinos la misma señal de salida, igual al estado en el que se halla. Así, cada elemento recibe de sus vecinos dos señales binarias. La red funciona en paralelo y de forma discreta: es decir que, después de cada intervalo de tiempo unidad, todos los elementos cambian de estado en conjunto según las reglas de cálculo características de cada uno de ellos. A partir de las dos señales binarias que recibe, cada autómata calcula su estado próximo aplicando una función del álgebra de Boole que le es característica. Las 16 funciones de

dos variables son las 16 formas posibles de hacer corresponder un número binario a una pareja de dos variables binarias. Nos las podemos imaginar fácilmente componiendo las 16 formas diferentes en un tablero con dos entradas pudiendo ser cada una 0 o 1, y cuyos cuatro elementos son, cada uno de ellos, 0 o 1. Con excepción de las dos funciones constante (0 o 1, cualquiera sean las señales de entrada), las 14 funciones booleanas restantes se asignan al azar a los diferentes elementos de la red. Al ser producto de la suerte el estado inicial de cada autómatas, el estado inicial de la red es macroscópicamente homogéneo. A cada intervalo de tiempo, cada autómatas calcula su estado siguiente, y la red evoluciona así de un estado al otro hasta que se estabiliza en general muy de prisa en un estado final caracterizado por una organización macroscópica no homogénea y que presenta una estructura espacial y temporal. La red se divide así en subredes cuyos elementos se hallan estabilizados, y en subredes oscilantes cuyos elementos cambian de estado de forma cíclica, pasando indefinidamente por la misma sucesión periódica de estados relativamente muy breve, teniendo en cuenta el tamaño de la red (n elementos) y el número total (2^n , finito pero grande) de estados posibles. Así se tiene una dinámica de autoorganización estructural en la que, partiendo de un estado inicial homogéneo, se observa la aparición de formas espacio-temporales por el hecho de la evolución de la red hacia uno de sus atractores. El número y las propiedades de estabilidad de estos atractores hacen que estas redes se parezcan a otros modelos de máquinas de aprender y de memorias asociativas ya señaladas.

Pero además, una vez instalados en su estado final estructurado, en el que ciertos elementos son estables y otros periódicos, estas redes pueden funcionar también como sistemas capaces de reconocer formas que les sean presentadas desde el exterior. Las formas que debe reconocer son sucesiones binarias de 0 y 1 dispuestas de cierta manera e impuestas sobre un elemento de la red que sirve así de entrada al sistema de reconocimiento. Estas sucesiones tienen una función perturbadora que desestabiliza ciertos elementos estables. Pero curiosamente, algunas de estas sucesiones tienen como efecto estabilizar ciertos elementos que eran oscilantes. Este fenómeno se explica por la resonancia entre cierta estructura *parcialmente* periódica en esas secuencias y una sucesión particular de estados de distintos elementos de la red conectados en un recorrido particular entre el elemento de entrada y otro en el que la estabilización constituye precisamente la «respuesta» (a la «salida») del sistema de reconocimiento. La estructura de esas secuencias estabilizadoras (es decir, «reconocidas») es sólo parcialmente periódica; es decir, está constituida por una sucesión de señales binarias, repetida *con variaciones*. Esta sucesión se representa, típicamente, por ceros, unos y asteriscos (por ejemplo 00* 1* 01** 1*0); cuando esta serie se repite para constituir una secuencia binaria, los asteriscos se sustituyen por 0 o por 1 indiferentemente, de forma aleatoria. De lo que resulta que esta estructura pseudoperiódica (o parcialmente aleatoria) no define una sola sucesión, que se reconocería por la estabilización de un elemento oscilante —como sería el caso si se tratase de una estructura verdaderamen-

te periódica—, sino toda una clase de tales secuencias realizadas por todas las variaciones, mediante el reemplazo de los asteriscos por una señal binaria. El reconocimiento consiste en diferenciar una sucesión que pertenece a esta clase de cualquier otra secuencia perturbadora. Y el criterio de reconocimiento no es más que una estructura pseudoperiódica dada, cuya propiedad estabilizadora no es más que una consecuencia del estado final de organización de la red.

34. G. E. Hinton y J. A. Anderson (eds.), *Parallel Models of Associative Memory*, Hillsdale, N. J., L. Erlbaum Publ., 1981; J. J. Hopfield, «Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities», *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 79, 1982, págs. 2554-2558; B. A. Huberman y T. Hogg, «Adaptation and Self-Repair in Parallel Computing Structures», *Phys. Rev. Lett.*, 52, n.º 12, 1984, págs. 1048-1051; S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, M. P. Vecchi, «Optimization by Simulated Annealing», *Science*, 220, n.º 4598, 1983, págs. 671-680; D. H. Ackley, G. E. Hinton, T. J. Sejnowski, «A Learning Algorithm for Boltzmann Machines», *Cognitive Science*, 9, 1985, págs. 147-169; D. L. Waltz, J. B. Pollack, «Massively Parallel Parsing: a Strongly Interactive Model of Natural Language Interpretation», *ibid.*, págs. 51-74; D. Amit, H. Gutfrund, H. Sompolinsky, «Storing infinite number of patterns in spin glass models of neural networks», *Phys. Rev. Lett.*, 55, 1985, págs. 1530-1533; G. Y. Vichniac, «Cellular Automata Models of Disorder and Organization», en E. Bienenstock, F. Fogelman-Soulié, G. Weisbuch (eds.), *Disordered Systems and Biological Organization*, op. cit., págs. 3-20; P. Peretto, «Mécanique statistique et réseaux de neurones formels», en *Jeux de Réseaux*, op. cit., págs. 97-106; R. Rammal, G. Toulouse, M. A. Virasoro, «Ultrametricity for Physicists», *Rev. of Modern Physics*, 58, 1986, pág. 765; G. Toulouse, «Verres de spins et applications de la physique statistique aux problèmes complexes», en *Les théories de la complexité*, coloquio de Cerisy, dir. F. Fogelman-Soulié y M. Milgram, Éd. du Seuil, París.

35. H. Atlan, *Entre le cristal et la fumée*, op. cit., pág. 144, y H. Atlan, «Noise, Complexity and Meaning in Cognitive Systems», en F. Denes, C. Semenza, P. Biasiacchi, E. Andreewski (eds.), *Perspectives in Cognitive Neuropsychology*, L. Erlbaum Publ., Hillsdale, N. J.

36. Véase más adelante, cap. 7, pág. 356.

37. D. R. Hofstadter, «Analogies, rôles et glissabilité: le transfert fluide de concepts d'un cadre à l'autre», *Cognitiva 85, Colloque scientifique, De l'intelligence artificielle aux biosciences*, Cesta-Afcet-Arc, París, 1985, pág. 47.

38. M. P. Austin y B. G. Cook, «Ecosystem Stability: a result from an abstraction simulation», *Journal Theoret. Biol.*, 45, 1974, págs. 435-458.

39. Sobre la noción de atractores de una dinámica se pueden consultar útilmente las obras de R. Thom, *Stabilité structurelle et Morphogénèse*, W. A. Benjamin Inc., Reading, Massachusetts, 1972 (hay traducción castellana: *Estabilidad estructural y morfogénesis*, Gedisa, Barcelona, 1987); de I. Prigogine e I. Stengers, *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, París, 1979 (hay traducción castellana: *La Nueva Alianza*, Alianza, Madrid, 1983); y de D. Ruelle, «Les acteurs étranges», *La Recherche*, n.º 108, febrero 1980, págs. 132-144.

40. C. F. Michaels y C. Carello, *Direct Perception*, Prentice Hall, Englewoods Cliffs, N. J., 1981.
41. Véase más adelante, cap. 5, págs. 249-267.
42. P. Marty, *L'ordre psychosomatique*, Payot, París, 1980.
43. P. Marty, *Mouvements individuels de vie et de mort*, Payot, París, 1976. Hay traducción castellana: *Los movimientos individuales de vida y de muerte*, Toray, Barcelona, 1984.
44. Véase cap. 5, pág. 254.
45. A. Bourguignon, «Fondements neurobiologiques pour une théorie de la psychopathologie. Un nouveau modèle?», *Psychiatrie de l'enfant*, XXIV, 2, 1981, págs. 445-540.
46. D. R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach*, op. cit.
47. Véase más arriba, nota 2.26.
48. E. Bienenstock, «Dynamics of central nervous system», en J. P. Aubin, D. Saari y K. Sigmund (eds.), *Dynamics of Macrosystems*, Springer Verlag, 1985, págs. 3-20.
49. R. P. Feynman, en su famoso *Cours de physique* («Mécanique 1», trad. francesa de G. Delacôte y M. Bloch, Interéditions, París, 1979, págs. 29-41), no puede evitar la cuestión del reduccionismo sobre la base de la física, «la más fundamental de las ciencias..., el equivalente actual de lo que en otra época se llamó la *filosofía natural*..., de la que han surgido la mayoría de nuestras ciencias modernas». Significativamente, esas otras ciencias —calificadas de «hermanas» más que de «hijas»— son la química, la biología, la astronomía, la geología y la *psicología*, mientras que las relaciones de la física con la ingeniería, la industria, la sociedad, la guerra, tan sólo se mencionan, «por falta de tiempo», así como las relaciones entre el pensamiento y las máquinas de calcular, «y la muy notable relación entre las matemáticas y la física» discutida con detalle en otra parte (R. Feynman, *The Character of Physical Law*, 1965, trad. francesa H. Isaac, J.-M. Lévy-Leblond y F. Balibar, *La nature de la physique*, coll. «Point-Sciences», Éd. du Seuil, París, 1980; hay traducción castellana: *El carácter de la ley física*, Orbis, Barcelona, 2.^a ed., 1987). Para él, la cuestión del fundamento teórico de estas ciencias por medio de la física constituye una exigencia o un ideal de explicación que no admite discusión. Pero se añade él mismo a la lista de los autores ya citados, filósofos y hombres de ciencia, que defienden una posición no triunfalista, basada en la coexistencia pragmática de un reduccionismo de hecho como motor de la explicación científica que se está produciendo, con una conciencia aguda de los obstáculos a la teorización de este reduccionismo y a su aceptación como fundamento metafísico de una teoría unitaria de la ciencia. Estos obstáculos son de dos tipos. Unos se refieren a la dificultad ya mencionada de traducir en el lenguaje de la física los fenómenos estudiados por otras disciplinas, así como las leyes que hayan podido establecer. Incluso en el caso de la ciencia más próxima, la química mineral (véase M. Bunge, «Is Chemistry a Branch of Physics?», op. cit.), muestra hasta qué punto estas dificultades no están del todo superadas en la práctica, aun cuando, en principio, lo parezcan aparentemente. La segunda clase de obstáculos es aún más significativa: se refiere a una propiedad de la ciencia física, la de

no integrar la historia, en el sentido de que las leyes físicas (comprendidas las leyes de la evolución) se suponen eternas y además fuera del tiempo. Para Feynman, sólo una física que tuviese en cuenta una *historia posible de las leyes físicas*, planteándose la cuestión: «He aquí las leyes de la física, ¿cómo hemos llegado a ellas?», hablaría de los mismos problemas que las ciencias con historia: la astronomía (historia del universo), la geología (historia de la Tierra), la biología (evolución de los seres vivos). Esto es una indicación bastante radical de que, contrariamente a los reduccionistas fuertes y también a los físicos espiritualistas, Feynman no cae en el error realista que consiste en asimilar la descripción de la realidad que da la ciencia física con la realidad a secas. Esto aparece también claramente en la conclusión que podría, *si se saca de su contexto*, ser tildada de anticientífica, o incluso de mística. En efecto, para Feynman, si existe una unidad de la naturaleza (y no de la ciencia) es la de un vaso de vino en el que se pueden describir ciertamente fenómenos físicos (física de fluidos, óptica, física atómica), astronómicos y geológicos (del vaso) y, claro está, biológicos (fermentación) e incluso psicológicos (el placer de la embriaguez). Pero estas ciencias constituyen tan sólo el efecto de nuestros espíritus que, «por comodidad», «dividen» en partes —la física, la biología, la geología, la astronomía, la psicología, etc.— mientras que la naturaleza «no conoce nada de todo esto».

50. Si ciencia implica creencia, que sea la que sugería Feynmann como definición: «La ciencia es la creencia en la ignorancia de los expertos... La ciencia no nos enseña nada: es la experiencia la que nos enseña algo. Si se os dice: "La ciencia muestra que...", responded: "¿Cómo lo muestra la ciencia? ¿Cómo lo han hallado los sabios?" "¿Cómo? ¿Dónde? ¿Qué?..." Y vosotros, al igual que cualquier otro, tenéis también derecho, tras haber oído un informe de esas experiencias (pero atención, sed pacientes y escuchad con atención todo), a decidir si la conclusión que se ha extraído es razonable o no. En un dominio tan complicado como el de la enseñanza, en el que la verdadera ciencia no conduce aún a nada, hace falta que nos confiemos a una especie de sabiduría tradicional, de sentido común elemental. Pretendo sugerir a los enseñantes de base que pueden colocar su esperanza y su confianza en la inteligencia natural y el sentido común. Los expertos que os guían se pueden equivocar... Vivimos, me parece, en una época de no-ciencia, y todo ese jaleo en torno de las comunicaciones, de la televisión, de las palabras, de los libros, etc., nada tiene que ver con la ciencia. Gracias a lo cual sufrimos, en nombre de la ciencia, una pesada tiranía intelectual» (conferencia dada a los profesores de ciencia en 1966, «Qu'est-ce que la science? en *La nature de la physique*, op. cit., págs. 230-231).

51. H. Putnam (*Reductionism and the Nature of Psychology*, op. cit.), criticando las tesis que antes había defendido (véase más arriba la nota 2.26), observaba precisamente que «el hecho de no distinguir claramente esos dos aspectos de la psicología (uno muy cercano a la biología y a sus determinaciones, el otro producido por las creencias sociales y sus efectos en el comportamiento individual) constituye por su parte un efecto del reduccionismo».

52. H. Atlan, «Modèles d'organisation cérébrale», *Revue D'EEG et de Neuropsychologie*, 5, 2, 1975, págs. 182-193.

53. Chao Y. R., «Models in Linguistics and Models in General», en *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Nagel, Supper, Tarski (eds.), Stanford University Press, 1962.

54. Véase más abajo, cap. 5, págs. 194-195.

55. M. Serres, *Le passage du Nord-Ouest*, Éd. de Minuit, París, 1980.

56. R. Feynman, *La nature de la physique*, op. cit.

57. J.-M. Lévy-Leblond, «Physique», en *Encyclopaedia Universalis*, vol. 13, París, 1977, págs. 4-8; y «Physique et mathématiques», en *Penser les mathématiques*, coll. «Points-Sciences», Éd. du Seuil, París, 1982. Esas relaciones consisten a la vez en un «polimorfismo matemático de la física»: una misma ley física se ha podido expresar con formulaciones matemáticas diferentes, equivalentes desde el punto de vista matemático, pero diferentes desde el punto de vista físico; y «una plurivalencia de las matemáticas en física»: las mismas ecuaciones rigen fenómenos muy diferentes, que pertenecen a dominios de la física sin relación evidente.

58. Para J. Ullmo («The Agreement between Mathematics and Physical Phenomena», en *The Critical Approach to Science and Philosophy*, M. Bunge (ed.), Collier-McMillan Ltd., Londres, 1964, págs. 350-359), es en la estructura de grupo, en el sentido de la teoría de conjuntos, en donde hay que hallar el denominador común entre nuestras actividades racionales y los datos de nuestros sentidos que permiten percibir la repetición y las regularidades. Ahí se hallaría el fundamento de la adecuación de las matemáticas con la naturaleza de las cosas en física. No sé si el problema queda entonces resuelto o si, simplemente, se ha desplazado, en la medida en que la estructura de grupo es, de por sí, a su vez, como cualquier estructura lógica, una abstracción. Constituiría en cierta manera el lugar privilegiado en el que se desvelaría la armonía preestablecida.

59. «La ciencia, por sus éxitos, ha engendrado en nuestra cultura dos actitudes difíciles de conciliar, y los riesgos que provoca... suscitan una tercera. Impresionados por la exactitud de las predicciones de la física, respetamos el veredicto de la experiencia. Además (como lo muestran las celebraciones del centenario del nacimiento de Einstein, en la primavera de 1979), rendimos homenaje al más grande de los físicos del siglo xx como a un héroe del pensamiento puro, de la fantasía y de la imaginación» (P. Jacob, *De Vienne à Cambridge*, ..., op. cit., pág. 10).

60. El otro motor es la necesidad de dominación y de fabricación, que subsiste en cualquier situación, cuando el discurso científico y técnico renuncia a la necesidad de explicar.

61. Oppenheim y H. Putnam, «The Unity of Science as a Working Hypothesis», op. cit.

62. *Ibid.*

63. Las nociones metafóricas de arriba y de abajo, utilizadas a menudo en este contexto, son ambiguas y debemos precisar en qué sentido las entendemos. En las organizaciones con diferentes niveles de integración, y también en la cuestión de la reducción posible de una disci-

plina a otra hasta la física, llamada disciplina «de base», los niveles «inferiores» (de los «fundamentos») designan los menos integrados, hasta el más «bajo» que soporta todo el edificio, el de los constituyentes elementales; mientras que el nivel más «elevado» designa así el más integrado. Es en este sentido que utilizamos esta metáfora. Pero «arriba» y «abajo» son a veces utilizados para designar, respectivamente, lo abstracto y lo concreto, o lo general y lo particular, de forma que un proceso deductivo se considera como un movimiento descendente, «de arriba hacia abajo», en oposición a un proceso inductivo, «de abajo hacia arriba». Es lo que hace, por ejemplo, G. Bachelard cuando analiza el papel de las matemáticas en *Le Nouvel Esprit scientifique* (PUF, París, 1934) como el de una «racionalidad aplicada», o incluso, en *La Philosophie du non* (PUF, París, 1940) de una «racionalidad descendente». Además, se puede comparar este uso con el anterior, considerando la abstracción como una forma de generalización globalizadora e integradora (aun cuando ya no se trata únicamente de globalización espacial). Además, como función característica de nuestro pensamiento, se consideraría como una de las propiedades emergentes producidas por la organización de nuestro aparato cognitivo. Como veremos (nota 5.97) es esta ambigüedad la que permite, en un cambio de perspectiva, ver el proceso del místico como una elevación progresiva hacia la iluminación, mientras que la del hombre de ciencia sería descendente, precisamente la de la racionalidad descendente, empírico-lógica, en la que la deducción lógica primaria en cierta forma finalmente sobre el empirismo. Intentaremos mostrar por qué este giro es falaz cuando se refiere, no a los mecanismos del descubrimiento (en los que todo es posible), sino a la lógica propia de cada uno de los discursos místico y científico.

64. Véanse, por ejemplo, los libros de D. Lecourt, *L'ordre et les jeux*, op. cit., y P. Jacob, *De Vienne à Cambridge*, op. cit.

65. Más arriba los hemos llamado las «bases» sobre las que se ha constituido el conocimiento científico. Siempre es peligroso considerar estas metáforas al pie de la letra, como lo atestigua el estudio de M. Heidegger acerca de *Le principe de raison* (trad. francesa de A. Préau, Gallimard, París, 1962). Allí el enraizamiento de un principio en el suelo, con lo que se convierte en «principio de base», no está lejos de una ideología del terruño, «fundamento» de la civilización. La diversidad de las lenguas en su especificidad intraducible —como la de los modos de conocimiento— permite escapar a un condicionamiento demasiado estrecho. En relación con este ejemplo, el hebreo «av», que significa a la vez principio y padre, remite a una connotación generadora masculina más que a la del enraizamiento vegetal en la tierra-madre.

66. Según la terminología de J. Habermas, *Connaissance et intérêt*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 1968, trad. francesa de G. Cléménçon, Gallimard, París, 1976. (Hay traducción castellana: *Conocimiento e interés*, Taurus, Madrid, 3.ª ed., 1988.) Véase más adelante, cap. 5, pág. 190.

67. Incluso para la «epistemología no cartesiana» de G. Bachelard (*Le nouvel esprit scientifique*, op. cit.), se mantienen esas modalidades que condicionan el desarrollo científico. Lo que desaparece es la simplici-

dad del objeto natural, así como la substancia, substituidas por una realidad construida progresivamente y mediante «rectificaciones» por una racionalidad aplicada, donde la teoría y las matemáticas confrontadas con la experiencia desempeñan un papel privilegiado. Aunque Bachelard fue acusado de idealismo —lo que no deja de ser discutible—, el hecho de comprobar en la física cuántica una «desmaterialización de la materia» lo ha llevado tan sólo a oponerse a un «materialismo ingenuo». Se ha opuesto de forma vigorosa, en cambio, a la confusión espiritualista —aunque fuera estudiando el «espíritu» científico— que empalmaba con la tradición alquímica de las transmutaciones en la física nuclear (G. Bachelard, *L'engagement rationaliste*, PUF, París 1972, pág. 67). Su «epistemología no cartesiana» debe entenderse como el rechazo de un cartesiano ingenuo, y no como una mística de la ciencia o una especie de irracionalismo científico como lo encontramos hoy, en que el «Oriente» sirve de polo de atracción, y el «Occidente cartesiano» de polo de repulsión. Pues la ingenuidad no evita ningún campo. Es de la misma forma como la relación sujeto-objeto sirve de punta de lanza a este irracionalismo científico. Hemos visto ya la confusión entre el papel de la observación en física y el de la subjetividad de los observadores. Asimismo, en antropología, el análisis de sociedades en las que la separación sujeto-objeto no es tan clara como en Occidente (M. Mauss, L. Dumont) no conduce a la ciencia antropológica —que requiere permanecer como ciencia occidental— a renunciar, por lo que a ella se refiere, al principio de objetividad.

68. Véase más abajo, cap. 5.

69. El fenómeno *Cosmos* de C. Sagan constituye un ejemplo de estos frescos. Puede servir de modelo a todos los intentos de divulgación de las teorías científicas acerca del origen del universo y de la evolución, desgajado del contexto experimental del que han surgido. En el interior de este contexto continúan desempeñando un papel operatorio a través de las objeciones que se le oponen y de los intentos de refutarlas. Por el contrario, fuera de este contexto desempeñan el típico papel de explicaciones unitarias engañosas y aisladoras, contra las que muy justamente pone en guardia A. Jacquard (*Au péril de la science*, op. cit.), distinguiendo la ciencia ya hecha de la ciencia que se está haciendo.

70. Véase la crítica precisa y documentada de la utilización de las distintas formas de lenguaje finalizado en biología y en filosofía, en relación con las descripciones y explicaciones funcionales del ser vivo, en R. Bernier y P. Pirlot, *Organe et fonction*, Maloine, París, 1977.

71. P. Pirlot y J. Pottier, «Encephalization and Quantitative Brain Composition in Bats in Relation to their Life-habits», *Rev. Can. Biol.*, vol. 36, n.º 4, págs. 321-336.

72. Véase, por ejemplo, D. C. Dennett, *Brainstorms*, op. cit., y H. L. Dreyfus, *What Computers Can't Do*, Harper and Row, Nueva York, 2.ª ed., 1979.

73. Además de D. C. Dennett, ya citado, podemos mencionar diversos trabajos todavía en el estadio de planteamiento de problemas, como por ejemplo los artículos de C. I. J. M. Stuart, «Physical Models of Biological Information and Adaptation», *Journal Theoret. Biol.*, 113,

1985, págs. 441-454; y M. A. Boden, «Artificial Intelligence and Biological Reductionism», en *Beyond Neo-Darwinism. An Introduction to the New Evolutionary Paradigma*, M. W. Ho y P. T. Saunders (eds.), Academic Press, 1984, págs. 317-329.

74. Pero he aquí que ahora me veo obligado a poner «realmente» entre comillas, pues se trata precisamente de la situación, en cuestión, de la realidad respecto del lenguaje de descripción.

75. La utilización en los sistemas cibernéticos de bucles de preacción (*feed-forward*) junto a los bucles de retroacción (*feed-back*) constituye un primer paso en esta dirección.

76. D. C. Dennett, *Brainstorms*, op. cit. Observemos que su respuesta negativa a la pregunta «¿Puede un ordenador sentir dolor?» no precede de una limitación intrínseca de las posibilidades de una máquina con respecto a las de un ser vivo, sino más bien de nuestra imposibilidad de establecer un vínculo unívoco y operatorio —traducible en un algoritmo— entre los datos de la neurofisiología acerca del dolor y nuestra experiencia subjetiva del dolor. Podríamos perfectamente hacer simular por medio de una máquina el comportamiento de alguien que sufre y que lo dice, introduciendo una estructura que reprodujera todo nuestro saber neurofisiológico sobre las vías del dolor. No obstante, seguiríamos sin estar del todo seguros de que la máquina sufría, aun cuando ella lo dijese (véase también Wittgenstein acerca de la designación de la palabra «yo sufro», citado más adelante en el capítulo 9).

77. D. C. Dennett, op. cit., pág. 28.

78. H. Simon, *The Science of the Artificial*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1969.

79. G. Bateson, *Men are Grass, Metaphors and the World of Mental Process*, Lindinsfarne Letter, Lindinsfarne Press, R. D. 2, West Stockbridge, Massachusetts. Véase nota 4.7 y cap. 7, págs. 348-349.