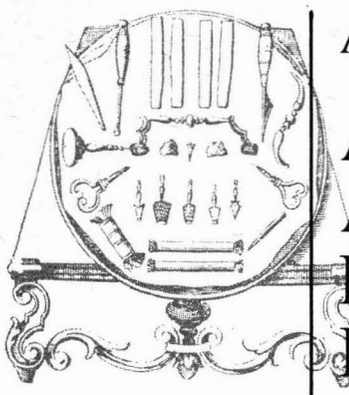


Arturo Rosenblueth

ALGUNOS ASPECTOS DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA

Hace muchos años que adopté el siguiente lema para mi laboratorio: "En este laboratorio el único que siempre tiene la razón es el gato". El "gato" al cual se refiere este lema no es *Felis domesticus,* es cualquier animal que selecciono para realizar mis experimentos fisiológicos, y la única razón por la cual escogí al gato como prototipo es el hecho de que aun cuando he utilizado numerosas especies animales la que más he empleado es el gato.

Este lema no es para mí una frase banal o pintoresca; creo que expresa la filosofía del experimentador. Afirma que existe el gato y existe también el experimentador, que el investigador observa los eventos que se desarrollan en el gato, que formula teorías y leyes abstractas que correlacionan las variables que intervienen en estos eventos, que confronta estas leyes y teorías con los hechos, y que cuando, como sucede a menudo, no hay concordancia entre un hecho rebelde y una bella teoría, repudia despiadadamente su modelo abstracto y busca otro que merezca la aprobación del gato.

El investigador acepta la existencia de organismos y otras entidades materiales, cuyas propiedades y comportamiento no dependen de sus deseos o emociones. Afirma su capacidad personal para percibirlos e identificarlos a través de sus sensaciones. Se considera capaz de analizarlos y sistematizarlos y de racionalizar las regularidades que presentan. Su actitud filosófica es por lo tanto explícitamente, o más a menudo implícitamente, la del dualismo, la filosofía que defiende la existencia de eventos materiales y de procesos mentales relacionados causalmente con esos eventos.

Creo que el experimentador no tan sólo adopta de hecho esta actitud dualista, sino que debe adoptarla. Pero un dualismo que acepta una interacción causal entre los procesos mentales y los materiales, es decir, que admite que los eventos materiales, y más específicamente los procesos neurofisiológicos, causan o determinan las sensaciones, y que los eventos mentales causan a su vez y controlan las actividades neuronales que conducen a la realización de los movimientos voluntarios, implica contradicciones inaceptables para la ciencia. En el caso de los movimientos voluntarios implica necesariamente que los procesos mentales son capaces de violar las leyes de la física, lo cual es inadmisible. Si en realidad ocurriese esa violación sería preciso modificar la física para incorporar estos hechos dentro de su doctrina.

Pienso que es posible resolver este problema y llegar a una filosofía científica exenta de paradojas y de contradicciones. Antes de formular esta filosofía propondré una serie de postulados que servirán de base para su elaboración.

Creo que los investigadores que se dedican a las ciencias naturales o experimentales adoptan una filosofía que incluye cuatro principios o postulados. Los califico como postulados porque, aun cuando no puedo demostrar lógicamente su validez, los acepto como verdaderos y además como necesarios para justificar las investigaciones científicas.

1. Aun cuando los únicos eventos de los cuales me puedo percatar directamente son mis propios procesos mentales, otros organismos afines, humanos y animales, tienen experiencias similares, de las cuales, a su vez, se percatan directamente.

La afirmación de que las únicas experiencias que podemos percibir directamente son nuestros propios eventos mentales ha sido hecha por varios autores, con algunas diferencias en la forma de expresarla. Eddington la expuso diciendo que "la mente es lo primero y lo más directo que ocurre en nuestra experiencia; todo lo demás es el resultado de inferencias remotas." Russell la formuló como sigue: "todo lo que sabemos sin inferencias es mental."

Bajo la expresión procesos o eventos mentales incluyo todas nuestras experiencias conscientes: sensaciones, emociones, pensamientos y razonamientos, dudas y creencias, deseos y voliciones, y también las memorias que retenemos de estas experiencias. El hecho de que tenemos memorias tiene varias consecuencias: nos hace conscientes de la sucesión temporal de los eventos; nos permite comparar las experiencias presentes con las del pasado; y nos permite integrar una personalidad, un "yo" mental que tiene una historia y cuya continuidad no desaparece a pesar del sueño o de otros periodos de inconsciencia.

Quiero subrayar que no estoy postulando la existencia de "mentes" como entidades individuales independientes con propiedades y leyes específicas, sino solamente la de los *eventos* mentales. Y debo añadir que me estoy refiriendo únicamente a los procesos mentales de los cuales alguien es consciente, excluyendo la posibilidad de que existan procesos similares inconscientes.

Con respecto a la atribución de experiencias mentales a organismos distintos del mío, estoy de acuerdo con los comportamentalistas y positivistas lógicos en su opinión de que la validez de esta extensión no puede ser demostrada ni lógica ni empíricamente. El único razonamiento que se puede hacer para intentar esta demostración es por analogía, y la lógica ortodoxa no acepta la validez de este método de inferencia. A pesar de esto, de acuerdo con Russell, Eddington, y muchos otros autores, yo creo que este postulado no es redundante o trivial, sino que es indispensable para la adquisición del conocimiento científico. Su negación implica la aceptación de un solipsismo estéril.

El propósito de la ciencia es la acionalización tanto de los eventos mentales como de los que se desarrollan en el universo material. Si basáramos nuestros conocimientos exclusivamente en la información que nos aporta nuestra introspección personal, nuestro progreso sería muy exiguo. Sumamos a esta información la que nos comunican otras personas. Pero estas comunicaciones no tendrían sentido para nosotros si no se refiriesen a los eventos conscientes que percibieron directamente las personas que las emiten.

La afirmación que hacen los comportamentalistas de que las comunicaciones pueden sólo lograrse a través de comportamientos, verbales u otros, es por supuesto una verdad obvia si negamos, como yo niego, que sea posible hacer comunicaciones telepáticas. Pero cuando escuchamos las enunciaciones verbales de alguien o leemos algo que alguien ha escrito, no nos interesa su comportamiento físico, sino el significado de lo que quiere transmitirnos, es decir, los procesos conscientes que le condujeron a realizar este comportamiento.

Señalaré después que es necesario postular la existencia de un universo material para explicar satisfactoriamente algunos de nuestros propios procesos conscientes. Necesitamos igualmente postular que existen procesos conscientes en algunas de las otras entidades que forman parte del universo material, para poder entender muchos aspectos de su comportamiento.

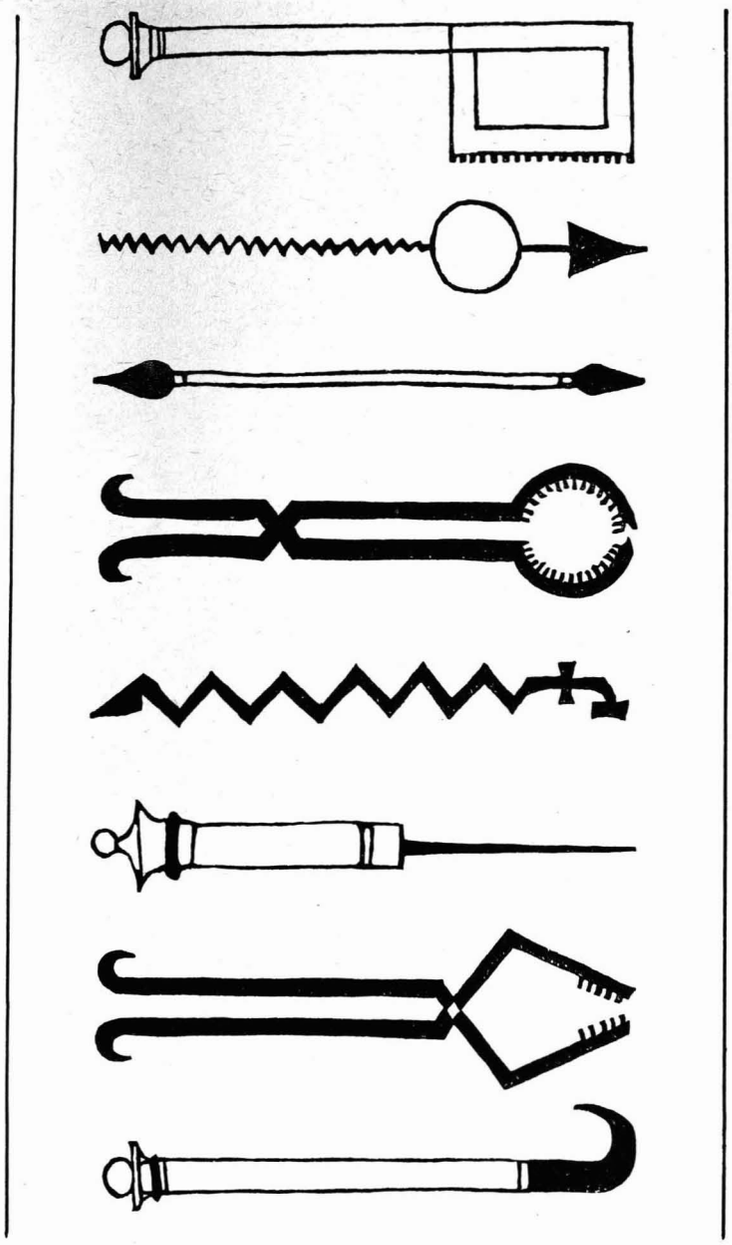
Este postulado tiene una importancia adicional para mí, como fisiólogo, ya que tengo un vivo interés en el estudio de las relaciones cerebro-mente. Si negara la existencia de otros procesos mentales distintos de los míos, solamente podría llevar a cabo observaciones o experimentos en mí mismo. El postulado nos permite a mí y a otros fisiólogos y neurólogos incorporar en nuestros datos todas las observaciones pertinentes que se hagan en o por cualquier persona.

La extensión de la mentalidad a otras especies animales proporciona una base para racionalizar algunos aspectos de su comportamiento que sólo adquieren significación si les asignaramos un concomitante mental. Basándose en un excelente análisis crítico de algunas características del comportamiento de varias especies, Thorpe concluyó que los animales tienen procesos mentales o conscientes: atención, ideación y manipulación de ideas abstractas, anticipación o expectación, conciencia de sí mismos y de otros animales, y apreciación de algunos valores estéticos y éticos. Resumió su análisis como sigue: "...hay numerosos datos que indican con certidumbre creciente que cuando recorremos la escala evolutiva, mientras más elevada la jerarquía de las especies, más evidente es la existencia de procesos conscientes en los animales. Esto es especialmente notorio en los pájaros más evolucionados y en los mamíferos."

Si aceptamos que los animales pueden tener experiencias mentales, queda justificado recurrir a ellos en nuestras investigaciones sobre los correlativos fisiológicos de los procesos mentales, y realizar experimentos que por razones humanitarias no deseamos llevar a cabo en los seres humanos.

2. Nuestras sensaciones están relacionadas causalmente con eventos que ocurren en un universo material del cual forman parte nuestros organismos.

Postulamos la existencia de este universo material para explicar algunas recurrencias o regularidades que aparecen en nuestras



sensaciones o percepciones. Aceptamos el postulado también porque, aun cuando tenemos conciencia de que podemos evocar o dirigir voluntariamente algunos de nuestros procesos mentales, hay otros, aquéllos cuyo origen atribuimos a los objetos o eventos materiales, que no podemos ni evocar ni suprimir voluntariamente.

Como argumento adicional en favor de la aceptación del postulado, se puede citar el hecho de que cuando adjudicamos el origen de nuestras sensaciones a determinado objeto o evento material, los reportes que nos hacen otros observadores acerca de las sensaciones que experimentan cuando están colocados en situaciones semejantes corroboran nuestra interpretación. Más aún, si sospechamos que alguna sensación que hemos tenido no está relacionada con el evento material al cual la atribuimos y que puede haber tenido un origen alucinatorio, no retenemos nuestra interpretación inicial si otras personas no la corroboran. Como señaló Eddington, la probabilidad de que ocurran repetidamente al azar sensaciones concordantes en muchas personas es demasiado baja para que sea tomada en cuenta seriamante.

Estoy designando la aceptación de la existencia del universo material como un postulado porque considero que es una verdad que no se puede demostrar, ya que no encuentro argumentos, ni lógicos ni empíricos, que me permitan refutar la filosofía puramente mentalista de Berkeley. Prefiero decir que postulamos la materia y no, como opinan Russell y Eddington, que la inferimos, porque es sólo *a posteriori* y no *a priori* que alcanzamos el reconocimiento de que es preciso inferirla. Si insistiésemos en emplear el término, la inferencia sería del tipo de las que Russell designa como inferencias animales, es decir, aquéllas que se hacen sin procesos lógicos conscientes.

El análisis de las relaciones que median entre el universo material y nuestros procesos mentales fija algunos límites precisos al conocimiento que podemos adquirir de los eventos que ocurren en dicho universo. La cadena de los eventos que conducen a nuestras percepciones es la siguiente: *procesos materiales → activación selectiva de algunos receptores → mensajes nerviosos aferentes codificados → eventos neuronales y procesos mentales correlacionados con ellos.* Es evidente que si se acepta esta cadena causal, nuestro conocimiento de los procesos materiales dependerá de las propiedades de nuestros receptores y sistemas nerviosos; en otras palabras, el universo material que construimos, inferimos, o postulamos estará subordinado a estas propiedades y limitado por ellas.

Cuando alguien escucha una sinfonía, los mensajes que envía la orquesta llegan al auditor bajo la forma de vibraciones mecánicas que ocurren en el aire. Estas vibraciones estimulan los receptores del órgano de Corti, y éstos inician a su vez impulsos nerviosos que se propagan a lo largo de las fibras del octavo par craneano. Es evidente que los eventos físicos que ocurren en dichas fibras son radicalmente distintos de los que se desarrollaron en los instrumentos de la orquesta. La preservación del mensaje se debe a las semejanzas de algunas características de las dos series de eventos –los sonidos emitidos por la orquesta y los impulsos nerviosos que recorren las fibras auditivas. La similitud de estas relaciones es precisamente lo que se designa como una estructura común. Cuando alguien escucha la sinfonía, sus desciframientos mentales preservan a su vez estas relaciones. El tener una estructura común implica así la preservación cuantitativa de las relaciones que existen entre los elementos independientes que constituyen un evento o mensaje a través de una serie de transformaciones.

Las únicas características de los eventos originales que perduran en los mensajes que llegan al sistema nervioso central para su desciframiento mental son por lo tanto las estructurales. Como consecuencia, las únicas propiedades que podemos atribuir justificadamente a los objetos o eventos materiales deben referirse a su estructura. La física adoptó esta norma, primero intuitivamente y después deliberada y explícitamente. El universo material de la física difiere en esto importantemente del que construimos ingenuamente a través de nuestras sensaciones. En este último se atribuyen en general las propiedades secundarias de la materia, tales como los colores, los tonos de los sonidos, etc., que no son características estructurales, a los objetos o eventos materiales; el universo de la física las traduce a su propio idioma.

Por lo que se refiere a las relaciones que hay entre nuestras

percepciones y los estímulos que las causan, yo creo que cada evento u objeto material específico originará invariablemente las mismas sensaciones. Esto nos permite concluir que, como afirmó Helmholtz, "cuando se nos presentan percepciones diversas podemos inferir justificadamente que las condiciones reales que las provocan son distintas". Esta inferencia presupone una invariancia relativa por parte del observador. Por ejemplo, es bien sabido que un estímulo determinado puede ocasionar percepciones anómalas en las personas que se encuentran bajo la influencia de la drogas llamadas alucinogénicas, por ejemplo el LSD.

No podemos afirmar, sin embargo, que las relaciones que hay entre los estímulos externos y las sensaciones correspondeintes son estrictamente unívocas, ya que es posible obtener la misma sensación partiendo de estímulos que difieren físicamente. Como ejemplo se puede citar el hecho de que es a veces imposible discriminar entre las sensaciones visuales que suscitan dos mezclas de colores que tienen estructuras espectrales distintas. Además, la rotación de discos con segmentos alternantes blancos y negros puede ocasionar sensaciones de color. En otras palabras, aunque el mismo estímulo provocará siempre la misma sensación, una sensación dada puede ser causada por diversos estímulos. Pero para que aceptemos que dos eventos materiales son diferentes es preciso que estas diferencias puedan hacerse evidentes a través de algunas percepciones. Las diferencias entre las mezclas de colores que tienen estructuras espectrales distintas pueden ser demostradas si se pasan estos colores a través de un prisma.

3. Existen regularidades en la sucesión temporal de los eventos que ocurren en el universo material, y en algunas características mensurables de los sistemas materiales relativamente aislados cuando están en equilibrio.

Podemos designar este principio como el postulado del determinismo o de la causalidad, puesto que implica que es posible predecir los estados futuros de un sistema material si se conocen a un momento dado las condiciones en que están los elementos que lo constituyen, y predecir los equilibrios futuros de un sistema cuando se interfiere con el que tiene a un momento dado. Este postulado es necesario para justificar nuestras inducciones.

Las formulaciones filosóficas del principio de causalidad son generalmente de dos tipos. En el primero se da especial énfasis al nexo causal: la causa determina rigurosamente al efecto, y el efecto no puede ocurrir si no ha sido precedido por la causa correspondiente. En el segundo se recalca la regularidad de las secuencias temporales: la causa va siempre seguida por el efecto. El primero es ontológico, el segundo empírico. Yo no creo que los científicos adopten ninguno de estos dos criterios. Buscamos uniformidades en los eventos materiales y las formulamos como leyes. Reconocemos que hay dos tipos de leyes, las que se refieren a los equilibrios, que son expresadas por ecuaciones que no contienen el tiempo como una de las variables, y las que se aplican a las sucesiones de eventos, que sí incluyen por lo tanto esta variable.

En su discusión de los postulados de las inferencias científicas, Russell dice que no incluye uno que afirme la existencia de leyes naturales porque "en cualquier forma verificable en la cual se enuncie, tal postulado sería o falso o tautológico". Arguye que "para cualquier grupo finito de observaciones habrá siempre un número infinito de fórmulas que podrán ser verificadas por todas esas observaciones... Es una tautología, por lo tanto, decir que hay fórmulas que se ajustan a cualquier grupo de observaciones cuantitativas seleccionadas casualmente, pero es falso que una fórmula que se ajuste a las observaciones del pasado proporcione bases para predecir los resultados de las observaciones futuras." Yo no estoy de acuerdo con esta última afirmación. Las efemérides para los eclipses futuros del sol y de la luna, que han sido calculadas basándose en las leyes de Newton, son predicciones que hasta la fecha siempre se han verificado con precisión.

El ejemplo que escogió Russell para fundamentar su aserto fue precisamente uno en el cual los datos fueron seleccionados arbitraria y casualmente: las posiciones que tuvieron en la esfera celeste algunos planetas en los días sucesivos de cada semana, Mercurio los lunes, Venus los martes, Marte los miércoles, etc. Afirma que un manejo ingenioso de las series de Fourier permitiría proponer

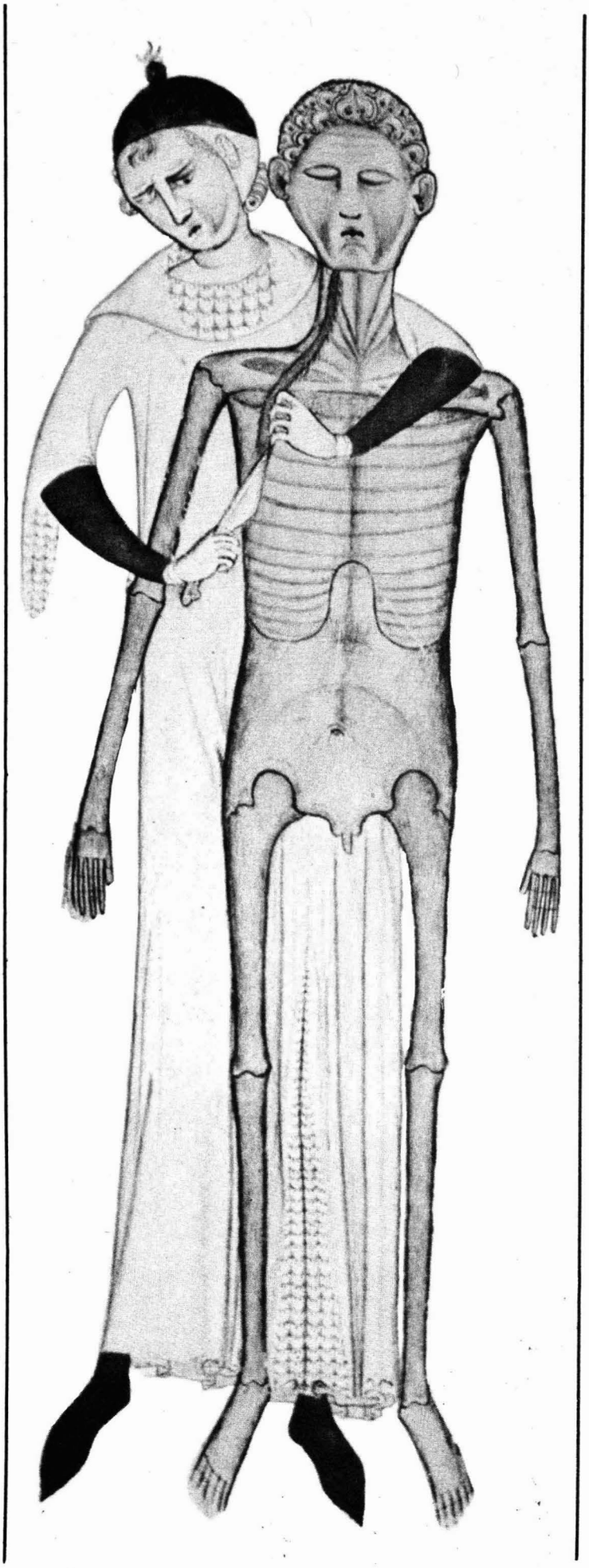
varias ecuaciones distintas que se ajustarían a las posiciones que ocuparon dichos planetas en los días correspondientes en el transcurso de muchos años, pero que si esas ecuaciones fueran empleadas para predecir las posiciones futuras, estas predicciones serían falsas.

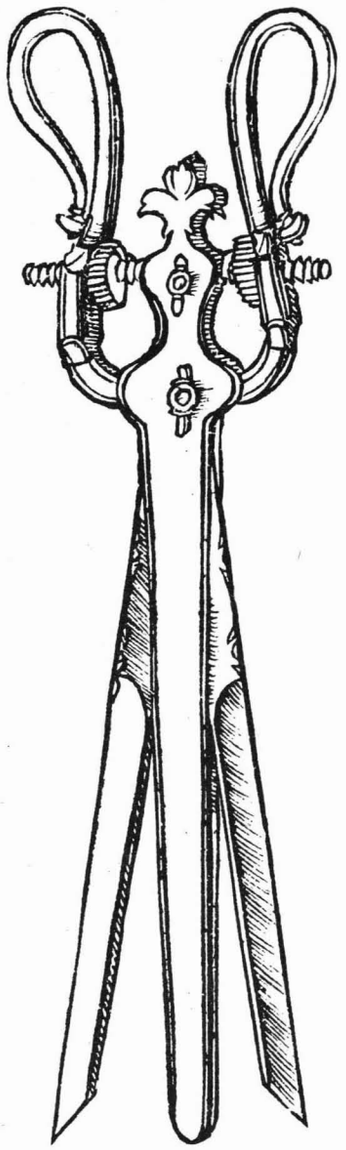
No dudo que Russell tenga razón al negar cualquier valor predictivo a dichas ecuaciones, pero tengo la seguridad de que jamás se le ha ocurrido a algún astrónomo formular ecuaciones o leyes para los datos que propone Russell. Cuando Kepler buscó ecuaciones aplicables a las órbitas de los planetas, se basó en las posiciones correspondientes a uno solo de ellos, las que había tabulado Tycho Brahe para Marte. Las ecuaciones que propuso permitieron no sólo predecir las posiciones futuras de Marte sino también las de los demás planetas. Los investigadores no seleccionan sus datos casualmente al azar; sólo utilizan aquellos que suponen que tienen relaciones causales.

Los científicos no pretenden que sus leyes no sean sustituibles, ni que sean verdades absolutas; se limitan modestamente a afirmar que determinadas ecuaciones están de acuerdo con las observaciones previas y que probablemente serán aplicables a las futuras. Cuando estas predicciones no son satisfactorias, es decir, cuando las observaciones o experimentos ulteriores no confirman alguna ley, esta ley es descartada automáticamente y se busca otra que concuerde con todos los datos que hay a la mano.

Las ecuaciones que empleaba la física clásica para expresar sus leyes, tanto las que se referían a los equilibrios como las que expresaban los procesos dinámicos, tenían una forma que implicaba relaciones causales precisas y rigurosas entre sus variables; eran por lo tanto compatibles con las formulaciones filosóficas del principio de causalidad que mencioné antes. La física moderna, al contrario, ya no acepta el concepto de un determinismo riguroso; sus leyes son probabilistas o estadísticas. Hay dos tipos de leyes probabilistas: 1) las que parten de ecuaciones deterministas pero manejan los problemas estadísticamente, por ejemplo, la teoría cinética de los gases y la segunda ley de la termodinámica, y 2) las que son intrínsicamente probabilistas, por ejemplo, las leyes de Mendel y las que se emplean en la mecánica cuántica.

Se ha afirmado a menudo que la revolución importante que ocurrió en la física en el presente siglo implica que los físicos, y también los demás científicos, han abandonado la creencia de que los eventos materiales están regidos por un determinismo. No creo que los hombres de ciencia acepten esta afirmación. El indeterminismo individual no se opone a las probabilidades estadísticas; las compañías de seguros tienen éxito porque se atienden a este axioma. Por lo que concierne a las partículas elementales, cuando su número es grande las leyes de la mecánica cuántica se aproximan asintóticamente a las de la física clásica. No es justificable, por lo tanto, decir que el indeterminismo atómico haya eliminado al determinismo universal.





Un universo sin determinismo sería caótico, es decir que no presentaría ninguna regularidad y que no permitiría ninguna predicción. Tal ocurriría, por ejemplo, si los valores de las constantes universales de la física pudiesen variar al azar. Pero hasta la fecha las observaciones científicas han mostrado que esto no ha acontecido en nuestro universo.

En 1950, Wiener y yo hicimos los siguientes comentarios acerca de este tema. Las categorías newtonianas no contenían las categorías de la mecánica estadística de Gibbs y en consecuencia, tampoco las de la teoría cuántica moderna. No admitían probabilidades ni grados. Hablando rigurosamente, no admitían que se pudiese repetir un experimento a menos que se lograra lo imposible y que el nuevo experimento fuera una réplica exacta del anterior. Eran adecuadas para el estudio no experimental de los movimientos de los planetas, pero no para los experimentos en los cuales la influencia humana es perceptiblemente importante.

En un sistema rígido, que no tiene grados, si introducimos la noción de causalidad, ésta invade a todo el sistema, y la única causa concebible para un estado futuro es todo el pasado. Pero en un mundo en el cual todo el pasado causa a todo el futuro en una forma integral e inseparable, la categoría de las causas no tiene significado operacional alguno.

El concepto de causa es significativo únicamente cuando se admiten diversos grados mensurables de causalidad. El dar grados a la causalidad permite correlacionar los cambios que ocurren en las condiciones iniciales de un sistema con los correspondientes cambios ulteriores. Esto requiere todos los aparatos de la estadística y de la probabilidad. En una ciencia regida por la estadística y la probabilidad es posible indagar hasta qué punto un fenómeno causa a otro. La ciencia moderna ha aceptado grados de causalidad y ha justificado así la realización de experimentos y ha hecho posible el uso significativo del término causa.

La afirmación de que los eventos materiales espaciotemporales presentan regularidades implica tácitamente que es posible demostrarlas y esto a su vez implica que es factible aislar algunos grupos específicos de eventos suficientemente para que puedan ser observados y estudiados. Algunas de las interacciones que hay entre los elementos que constituyen el universo material incluyen a todos estos elementos, por ejemplo, la gravedad. Otras tienen límites espaciotemporales más restringidos, lo cual hace posible seleccionar algunas variables dentro de un sistema material delimitado y explorar sus interrelaciones, en tanto que se excluyen o se mantienen constantes otros factores, que podrían ejercer una influencia sobre el fenómeno que se desea estudiar.

4. En la elaboración de las teorías científicas se aceptan como válidos los siguientes métodos de inferencia: la deducción, la inducción probabilista, la analogía y la retroducción.

Los filósofos conceden validez lógica rigurosa solamente a dos de estos métodos, la deducción sintética clásica y, entre los métodos de inducción, la inducción matemática; es decir, piensan que éstos son los únicos que conducen a inferencias rigurosamente exactas.

Si aceptásemos ese veredicto, ninguno de los razonamientos científicos tendría validez. En todos los silogismos una de las premisas tiene que ser una proposición universal, pero no podemos llegar a ninguna proposición empírica de este tipo sin hacer inducciones. Por ejemplo, la premisa mayor del ejemplo clásico del silogismo en *Bárbara,* "Todos los hombres son mortales", requiere dos inferencias para ser justificada: una por analogía, "todos los hombres son similares y tienen por lo tanto las mismas propiedades", y la otra por inducción "la mortalidad es una de estas propiedades y todos los hombres son por lo tanto mortales". Si la ciencia no aceptara las inducciones, no tendríamos ningunas premisas que nos permitieran realizar deducciones.

Los razonamientos deductivos se aplican primordialmente para derivar conclusiones acerca de las implicaciones de alguna ley o teoría, con el propósito de someter a prueba la validez de dichas leyes o teorías confrontándolas con los resultados experimentales.

Los científicos hacen a menudo inferencias basadas en analogía, pero emplean este método cautelosamente. El postulado de que se desarrollan procesos mentales en todos los seres humanos, y también en algunos animales, se basa principalmente en un razona-

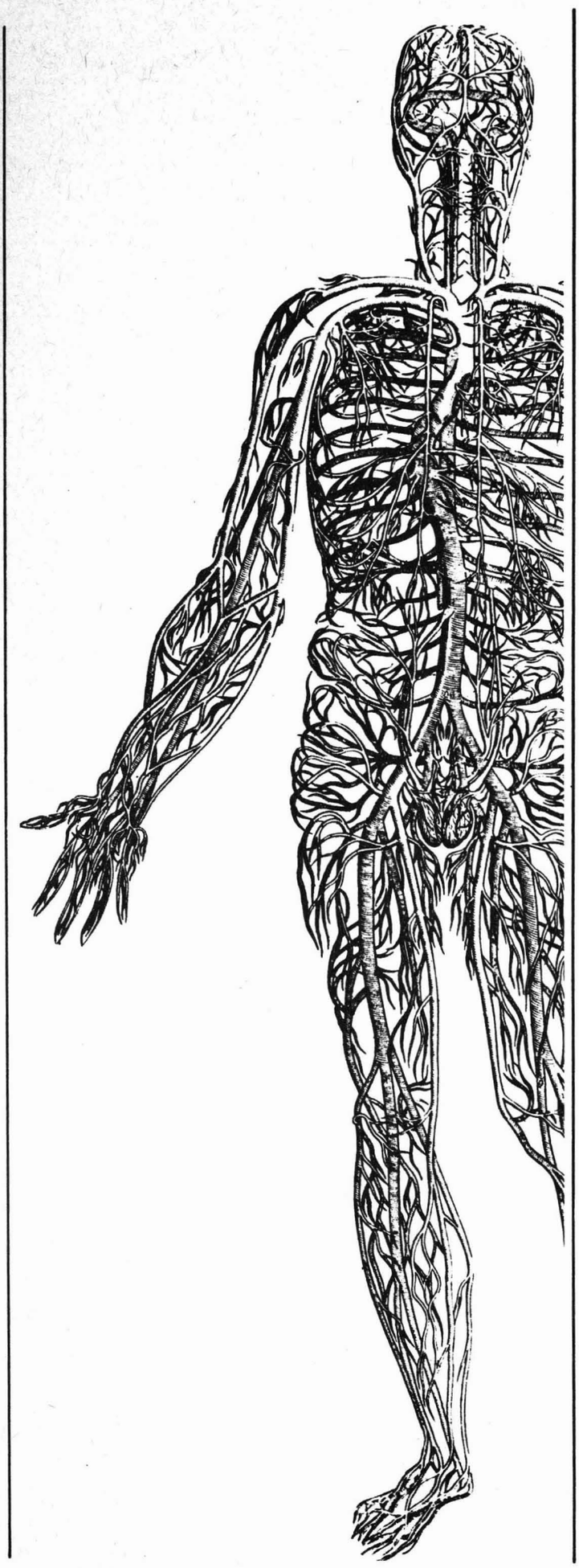
miento de este tipo. En la biología, la sistematización de los organismos animales y vegetales se funda en las analogías morfológicas y fisiológicas que presentan, y aun cuando la teoría de la evolución no se apoya en las similitudes sino en las diferencias que existen entre las distintas especies, podemos decir que el reconocimiento de las analogías fue una etapa preliminar indispensable para la sistematización razonable de dichas diferencias. En cuanto a la física, una de sus hipótesis básicas es la de que la estructura y las propiedades de las partículas elementales que constituyen la materia son idénticas en cada uno de los grupos o tipos de partículas que se conocen.

No puedo formular qué reglas siguen los científicos para hacer sus inducciones, porque creo que difieren en las distintas ciencias y para los distintos investigadores. Concurro con Russell cuando dijo que "el sentido común de los científicos los guía en la práctica a huir de varias clases de inducciones. . . Pero lo que guía al sentido común científico no ha sido hasta ahora formulado explícitamente". También estoy de acuerdo con él en esta otra afirmación: "las inducciones válidas, y más generalmente, las inferencias que trascienden las experiencias personales pasadas y presentes, se basan siempre en la causalidad, suplementada a veces por la analogía."

En muchas discusiones recientes de los problemas de la probabilidad y de la inducción, que están íntimamente relacionados, se ha insistido en la necesidad de que toda teoría o inducción tenga *a priori* una probabilidad, y se ha afirmado además que el número de las observaciones que confirman las inducciones aumenta esta probabilidad. Yo no creo que los científicos se preocupen seriamente por las probabilidades que tengan *a priori* sus hipótesis. Si deciden someter alguna hipótesis o teoría a pruebas experimentales, es, por supuesto, porque no la consideran totalmente implausible o disparatada. En muchas ocasiones pueden tener meramente una expectación intuitiva de que determinados experimentos lograrán suministrar resultados interesantes, basando esta expectación en sus observaciones personales previas o en el estado general de los conocimientos que hay a la mano en su propio campo científico.

Las inferencias que, como surgirió Peirce, estoy llamando *retroducciones* son del mismo tipo que las que Aristóteles designó como silogismos analíticos: consisten en la búsqueda de una ley abstracta general que concuerde con un grupo específico de datos experimentales. Este método es el que ha sido empleado para la elaboración y formulación de todas las teorías científicas importantes, ya que obviamente estas teorías no fueron ideadas por inferencias inductivas, deductivas o analógicas.

El "ajuste de curvas" es un tipo de retroducción de aplicación frecuente. Consiste en buscar una ecuación que concuerde, dentro de los límites de los errores experimentales, con los valores



numéricos de un grupo de observaciones. La sugestión de Kepler de que la hipótesis más sencilla que concordaba con las observaciones de Tycho Brahe acerca de los movimientos de los planetas era la de que sus órbitas son elipses es un ejemplo bien conocido e históricamente importante de la aplicación del método.

El ajustar curvas a los datos sólo puede sugerir leyes empíricas posibles, pero no conduce a la gestación de teorías científicas. Sin embargo, como ya dije, la retroducción es la única guía fructífera para la elaboración de teorías. Este fue el camino que siguieron Galileo para alcanzar el concepto de la aceleración, y Newton el de la gravedad. A pesar de que las leyes de Mendel acerca de la genética de los organismos híbridos fueron obtenidas por generalizaciones, la teoría que propuso para explicar estas leyes no fue inducida ni deducida ni de las observaciones ni de las leyes, sino que fue ideada para que las leyes pudieran deducirse de ella. Introdujo tres tesis teóricas capaces de explicar los resultados que se obtienen cuando se cruzan diversas variedades de una especie: la independencia de los caracteres unitarios; la dominancia o recesividad de los caracteres controlados por los pares alelomorfos; y la segregación de estos caracteres alternativos cuando se forman los gametos durante la maduración (la pureza de los gametos). Estas tres tesis y la hipótesis de que la unión de las dos células germinales, la del macho y la de la hembra, ocurre al azar, permiten la predicción cuantitativa de las características hereditarias de las variedades híbridas.

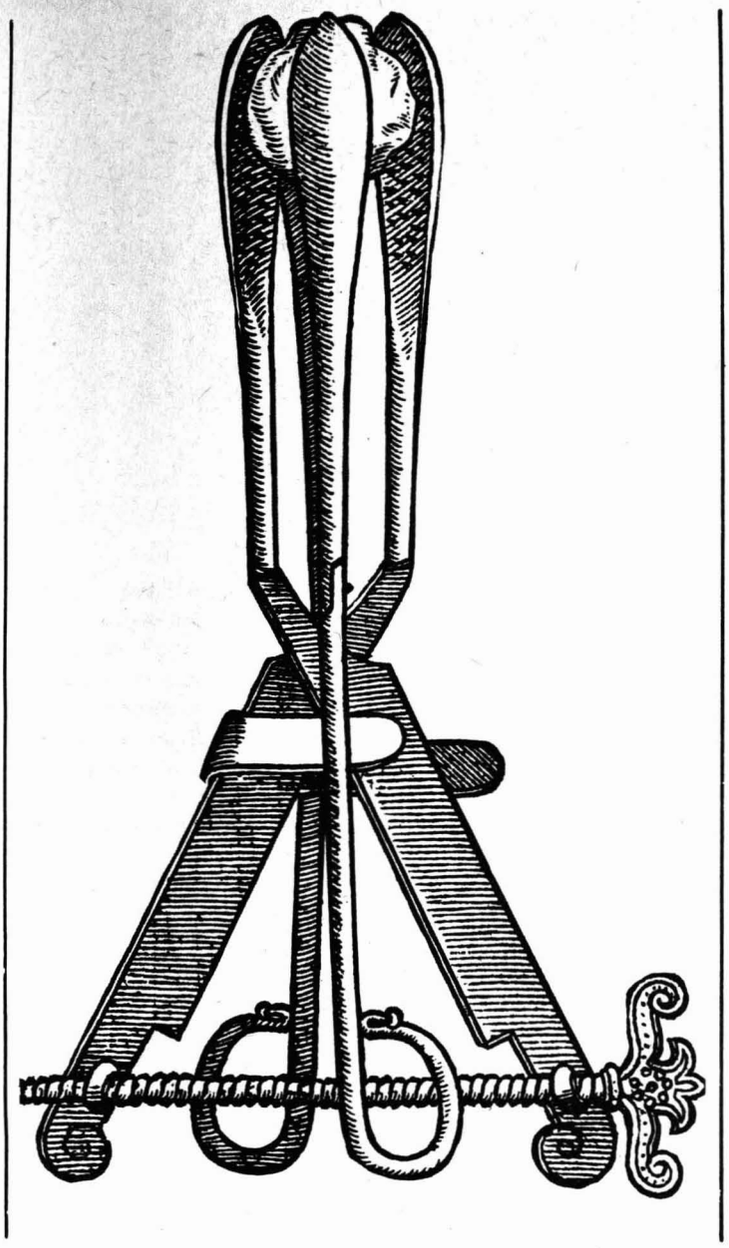
Mi interpretación de las relaciones que tienen los procesos mentales con los eventos neurofisiológicos que ocurren durante el desarrollo de dichos procesos se basa en estos cuatro postulados, pero requiere la aceptación de tres más.

5. Los procesos físicos correlacionados con nuestros eventos mentales son fenómenos neurofisiológicos que ocurren en nuestros cerebros.

Existen numerosas observaciones que apoyan la aceptación de este postulado: los efectos de las lesiones corticales, de la estimulación eléctrica de la corteza, la acción de algunas hormonas y drogas, etcétera. Aun una presentación somera de dichas observaciones desbordaría con exceso los límites de estos comentarios. En vista de la complejidad de la organización anatómica y fisiológica de los centros nerviosos superiores, es probable que el correlativo neurofisiológico aun de los más sencillos estados mentales requiera la participación de un gran número de neuronas, millares o millones. Los resultados de las ablaciones o lesiones corticales apoyan esta conclusión.

6. Cada evento mental específico está correlacionado con un diseño espaciotemporal específico de la actividad neuronal.

Es preciso hacer este postulado para explicar la diversidad y singularidad de nuestros estados mentales, si suponemos que hay una correlación estrecha entre ellos y sus concomitantes neurofisio-



lógicos. Esta correlación fue propuesta por Adrian en relación con las percepciones, y generalizada por Eccles para aplicarla a "cualquier pensamiento que ocurra en la mente".

No todas las actividades de los elementos nerviosos tienen concomitantes mentales. El postulado se refiere a los tipos de actividades que van acompañadas por el desarrollo de eventos mentales, y afirma que en estos tipos las relaciones de los fenómenos mentales y los físicos son biunívocas.

Esta aseveración implica que es teóricamente posible construir un diccionario de equivalencias entre las dos categorías distintas de fenómenos. Sin embargo, si se lograra elaborar tal diccionario, aun cuando proporcionaría muchos datos importantes relacionados con la fisiología de los centros nerviosos, no permitiría inferir las características cualitativas de los estados mentales a partir de las características de las actividades nerviosas correlacionadas con ellos.

7. Las leyes de la física son aplicables a todo el universo material, incluyendo a nuestros organismos y sistemas nerviosos; además, ni los procesos neuronales ni los mentales están sujetos a cualquier determinismo, causal o probabilista, distinto del que es aplicable a los fenómenos físicos.

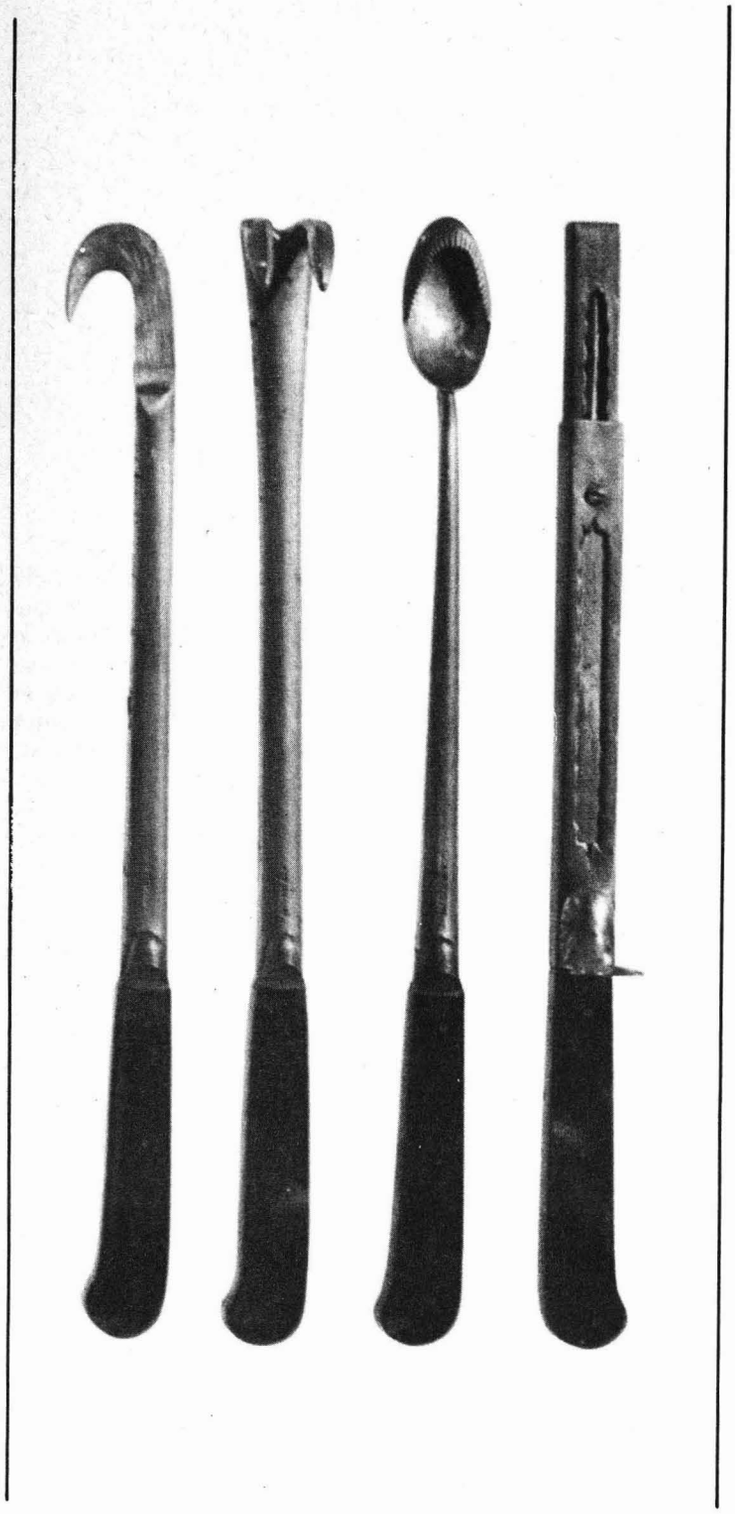
Parecería a primera vista que este postulado niega la existencia del libre albedrío. Yo la niego, en efecto, si el concepto o la definición de la actividad voluntaria y del libre albedrío incluye o implica la posibilidad de que la mente pueda violar las leyes de la física, interviniendo directamente para modificar los eventos que ocurren en el universo material. Pero la negación desaparece si se acepta, como yo lo hago, que la sensación que tenemos de que somos libres de elegir entre distintas líneas de conducta es un evento mental, y si se define, como yo lo hago, a los movimientos voluntarios como aquellos que van acompañados o precedidos de un estado mental que llamamos voluntad.

La afirmación de que el único determinismo aplicable a los procesos neurofisiológicos del cerebro es el reconocido y aceptado por la física requiere clarificación. No quiero decir que encontraremos en la física todas las leyes y principios aplicables a los agregados neuronales. Por el hecho de que los organismos y sus sistemas nerviosos tienen organizaciones materiales que no se encuentran a menudo en el dominio de lo no-vivo, es posible que aparezcan algunas propiedades específicas que sean privativas de las estructuras nerviosas. Mi séptimo postulado requiere que si encontramos algunas leyes o regularidades genuinas que contradigan las aceptadas por la física, esta ciencia tendrá que ser modificada para que puedan ser incorporadas en su teoría.

Algunos aspectos del determinismo que rige a los procesos neurofisiológicos del cerebro no están incluidos en los principios que la física acepta o incluye en la actualidad. Me refiero por una parte a las memorias y por la otra a los fenómenos que designamos con las expresiones "reflejos condicionados" y "procesos de aprendizaje".

El establecimiento de un reflejo condicionado indica el desarrollo de conexiones funcionales neuronales que no existían previamente y que modifican las reacciones de esas neuronas cuando les llegan determinados estímulos aferentes. Estas conexiones pueden ser duraderas, aun cuando son reversibles, ya que dichos reflejos pueden extinguirse si no se refuerzan. Es probable que también ocurren cambios funcionales duraderos en el curso de los aprendizajes y durante los procesos de retención de las memorias.

Estos cambios tienen implicaciones importantes en relación con el determinismo de los eventos mentales. Continuamente adquirimos nuevos condicionamientos, y aprendemos y retenemos memorias. Las conexiones funcionales de nuestras neuronas cerebrales se modifican por todos estos procesos. Las reacciones neuronales que tenemos frenta a un estímulo dado están por lo tanto determinadas no sólo por nuestras conexiones interneuronales innatas sino también por las huellas que dejan en nuestros sistemas nerviosos nuestras experiencias previas. En vista de que he postulado que cada diseño espaciotemporal específico de actividad neuronal está correlacionado con un estado mental específico, es claro que nuestros eventos mentales están también determinados por nuestras experiencias previas. Estas experiencias incluyen nuestras intercomunicaciones con otras personas, que conducen al desarrollo de



una cultura interpersonal. En consecuencia, nuestros procesos mentales personales también están determinados hasta cierto grado por esta interacción cultural, que podemos llamar el determinismo cultural. La física no incluye estos determinismos, ya que no se ocupa de las propiedades características de los agregados materiales específicos que constituyen nuestros cerebros; pero los determinismos mencionados no contradicen las leyes de la física.

Los postulados que he propuesto conducen a considerar que un proceso mental y los fenómenos neurofisiológicos que le están correlacionados representan dos aspectos distintos de un solo y mismo evento. El aspecto mental es el que percibimos directamente; el neurofisiológico es el que adquiere el evento cuando lo interpretamos como un proceso que se desarrolla en el universo material. No hay ni puede haber interacciones físicas entre los procesos mentales y los cerebrales. La comprensión de las sensaciones o percepciones no es ni más fácil ni más difícil que la de la realización de actos voluntarios. Hay diseños espaciotemporales de actividad cerebral que van acompañados de percepciones, otros durante los cuales experimentamos placer o dolor, y otros cuyo concomitante mental es la impresión de que estamos dotados de libre albedrío y de que podemos ejercer nuestra voluntad.

Mi filosofía es dualista, ya que afirmo la existencia de nuestros procesos mentales y la de un universo material que determina los procesos físicos que ocurren en nuestros cerebros. Empiezo por los procesos mentales porque, como Descartes, creo que son los únicos eventos que podemos percibir directamente y de los cuales podemos estar seguros. No me limito a los que me son propios, sino que postulo que ocurren también en mis congéneres (y en algunos animales), porque acepto la validez de las inferencias basadas en analogías y porque creo que somos capaces de intercomunicarnos nuestras experiencias mentales. Inventamos o postulamos un universo material para racionalizar nuestras percepciones. Este universo es necesariamente antropomórfico en el sentido de que tiene que adaptarse a los procesos mentales (percepciones e inferencias) a través de los cuales juzgamos cuál es su estructura. Encontramos que las relaciones abstractas que atribuimos a este universo material presentan regularidades que no son producidas o introducidas por nosotros, y las interpretamos como debidas a la existencia de concatenaciones causales en el universo material.

Aun cuando dualista, esta filosofía tiene dos aspectos monistas, ya que acepto que el único conocimiento que podemos tener del universo material es el de su estructura, que sólo podemos obtener a través de nuestras percepciones conscientes, y puesto que el único determinismo que admito es el de la física, que es aplicable exclusivamente al universo material. Califico como monistas a estos aspectos porque el primero mentaliza a la materia y el segundo materializa a la mente por lo que concierne a su determinismo.

Mi filosofía hace innecesarios los conceptos de interacciones causales entre los eventos mentales y los materiales. Afirmé que nuestras sensaciones están relacionadas causalmente con los eventos materiales. Podría pensarse que esta afirmación contradice la que ahora estoy defendiendo. No creo, sin embargo, que exista tal contradicción, puesto que la causalidad que interviene en nuestras sensaciones es la que conecta las actividades nerviosas correlacionadas con nuestros estados mentales con los eventos espaciotemporales que ocurren en el resto del universo. Tampoco hay una contradicción en lo que concierne a la posibilidad de realizar las actividades que designamos voluntarias. Estas activsdades no son iniciadas por los estados mentales que llamamos *voluntad,* sino por sus correlativos neurofisiológicos. Su determinismo es, por lo tanto, exclusivamente el de la física.