

La Epistemología de las Relaciones Interdisciplinarias

Facultad de Ciencias de Ginebra, Suiza

Siguiendo la práctica establecida, deberíamos empezar naturalmente por definir nuestra terminología, particularmente las posibles distinciones que se establecerán entre la interdisciplinariedad, en un sentido estricto, y los conceptos vecinos como multidisciplinariedad y transdisciplinariedad. Pero como las definiciones son relativas a las conceptualizaciones y éstas a su vez son relativas a la verdadera posición de los problemas, parece adecuado empezar por estos últimos, pues son complejos y dependen, desde el principio, de nuestra interpretación de la actividad científica.

1. Primero tenemos que distinguir entre ciencias puramente deductivas como las matemáticas y la lógica y disciplinas experimentales, en el sentido amplio del término, las cuales están sujetas a una verificación factual. Ciertamente las primeras gozan de una independencia particular y en consecuencia están en una posición especial en lo que se refiere a relaciones interdisciplinarias. Por tanto, volveremos a ellas después, las segundas dan lugar al problema general del cual, según creemos nosotros, depende la significación misma de la interdisciplinariedad.

En la medida en que, con el positivismo, el campo de estas ciencias está limitado sólo al análisis de datos observables, y por tanto a la descripción, medición e interrelación de los fenómenos, nosotros simplemente descubrimos un conjunto de leyes funcionales más o menos generales o particulares. Pero como rehusamos buscar causas o incluso modos de existencia que podrían caracterizar los varios sustratos que subyacen a los fenómenos, terminamos por tener que dividir la realidad en un cierto número de zonas más o menos separadas, o de plataformas superpuestas que corresponden a campos bien definidos de las varias disciplinas



científicas. El modelo más claro de una tal concepción es la clasificación de las ciencias elaborada por Augusto Comte, quien las agrupó en un orden de generalidad decreciente y de complejidad creciente. De este modo, los elementos que estudia la química se prestan fácilmente a la enumeración aritmética y a la descripción geométrica, y obedecen a las leyes de la física, pero también tienen un número de características específicamente químicas (afinidad, valencia), que son consideradas como irreductibles de aquélla. Lo mismo sucede con la biología en relación a la química, o con la sociología en relación a la biología. Por tanto, cualquier investigación interdisciplinaria está excluida de antemano, pues su mismo principio es contrario al de las fronteras naturales que separan unas de otras, a las diversas categorías de observables. Sin embargo, las teorías modernas basadas en modelos electrónicos de valencias iónicas o covalentes, demuestran con bastante claridad lo subjetivo que resultan las fronteras entre la química y la física, y la manera en que la búsqueda de explicaciones causales es al mismo tiempo esencial a la actividad científica y una fuente de conexiones interdisciplinarias.

De aquí proviene la tajante diferencia entre las modernas concepciones de la ciencia y el



ideal positivista. Como el acercamiento inicial es naturalmente el mismo, muchos piensan que están siendo fieles a sus principios de medición de fenómenos, establecimiento de leyes, revisión continua de las observables, etc. Pero la transición del experimento a los extremos de observación (mecánica relativista y microfísica) y las siempre crecientes conquistas de la deducción matemática, han reforzado la necesidad de una explicación causal, necesidad que, por otra parte, nunca se ha extinguido. Sólo que la novedad es que la satisfacción de esta necesidad ha tomado una forma más bien inesperada, difícilmente previsible en los días de la física clásica. Mientras que la búsqueda de explicaciones permaneció por mucho tiempo limitada a intentos de reducción —como si las leyes particulares estuvieran justificadas una vez que eran incluidas en leyes más generales o como si, en pocas palabras el cuerpo complejo o superior pudiera ser reducido inmediatamente al inferior (piénsese en los numerosos intentos que fueron realizados, incluso por Maxwell, para reducir el electromagnetismo a un mecanicismo, el desarrollo de las construcciones matemáticas y el avance de las técnicas experimentales han desembocado en el descubrimiento fundamental de las estructuras.¹ Se sobreentiende que una estructura elemental,

como la de grupo, es explicativa, puesto que se trata de un sistema de transformación que comprende invariables, lo que en consecuencia asegura la comprensión y la composición simultánea de la producción y la conservación en las que consiste la causalidad. Pero desde el punto de vista que aquí nos importa, el de las relaciones interdisciplinarias, una estructura tiene muchas otras propiedades.

En primer lugar, introduce en la realidad un conjunto de conexiones necesarias, en tanto que, al contrario, las leyes mismas son simplemente constatadas como datos factuales. Es cierto que todo el sistema de leyes ha sido con frecuencia presentado como necesario y como algo que implica un determinismo general. Pero aquí ya hay la búsqueda de un sistema. Además, en tanto que las partes del sistema no estén interrelacionadas por transformaciones causales, esto es, por estructuras definidas en detalles, tal necesidad es todavía sólo un postulado.

En segundo lugar, una estructura sobrepasa la frontera de los fenómenos. En efecto, sólo sus manifestaciones son observables, y como sistema sólo es entendida por deducción y consecuentemente por conexiones no observables como tales. Esto no quiere decir que permanezca subjetiva, pues sus transformaciones son atribuidas a la realidad. Pero como Hume demostró claramente, las secuencias que se reducen a simples datos observables, sólo son sucesiones regulares sin ninguna causalidad efectiva, mientras que las transformaciones de una estructura física introducen, a través de la dualidad de producción y conservación, un conjunto de transmisiones que son la única base de la causalidad pero que no pueden ser constatadas por sí mismas.

En tercer lugar, en la medida en que una estructura sobrepasa las observables, conduce a un profundo cambio en nuestro concepto de la realidad. Lejos de tener un monopolio sobre la objetividad, las observables se vuelven, en sus

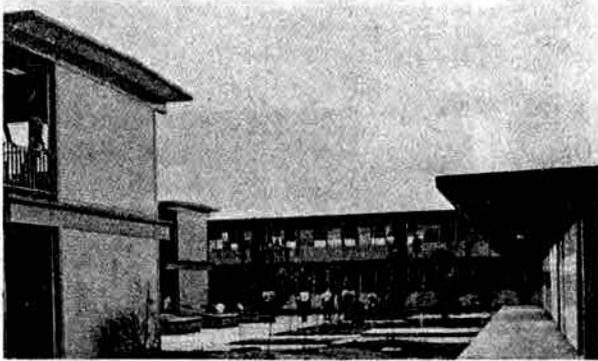
divisiones, relativas a nuestros instrumentos orgánicos (percepciones y acciones) o técnicas de recolección y retención de datos, y por abajo de los fenómenos se hace necesario invocar un sustrato dinámico de operadores y de transformaciones. Las consecuencias son obvias. Ya no tenemos que dividir la realidad en compartimientos impermeables o plataformas superpuestas correspondientes a las fronteras aparentes de nuestras disciplinas científicas y, por el contrario, nos vemos compelidos a buscar interacciones y mecanismos comunes. En lugar de ser un artículo de lujo o de ser ofrecida como una ganga, la interdisciplinariedad se vuelve el prerrequisito para el progreso de la investigación. La comparativamente reciente popularidad de las experiencias interdisciplinarias no parece, pues, deberse a caprichos de la moda ni (o no solamente) a restricciones sociales impuestas por problemas crecientemente complejos, sino a una evolución interna de la ciencia bajo la doble influencia de la necesidad de dar una explicación (y, por tanto, de intentar completar las leyes por medio de "modelos causales"), y de la naturaleza cada vez más "estructural" (en el sentido matemático del término) de tales modelos.

2. Pero hay más. Una consecuencia obvia de la evolución que hemos descrito brevemente, es que ninguna ciencia se desarrolla en un solo nivel; cada una comprende varios niveles de conceptualización o estructuralización. Por ello, tarde o temprano, cada disciplina tiene que elaborar su propia epistemología. Pero si la búsqueda de "estructuras", en el sentido de sistemas subyacentes de transformación, es ya un factor básico de la interdisciplinariedad, es claro que cualquier epistemología interna que tenga como objetivo particular la caracterización de las relaciones existentes entre las observables y los modelos empleados en una ciencia, será muy pronto una parte integral de la epistemología de las ciencias colindantes, no



sólo debido a que los problemas epistemológicos se encuentran en todas partes, sino también porque las relaciones entre sujeto y objeto sólo pueden ser descubiertas por medios comparativos (o como veremos más adelante en el número 4, por métodos genéticos).

Mientras que la ambición del "positivismo lógico" moderno es basar "la unidad de la ciencia" esencialmente sobre principios fenomenológicos, ya ha tenido que distinguir dos niveles bastante diferentes en cada ciencia; a saber, el registro de datos observables por una parte, y su traducción a fórmulas lógico-matemáticas por la otra; esta última sólo constituye un lenguaje en sí mismo tautológico, aunque adaptado a la diversidad de la realidad. Ahora ya puede verse inmediatamente que incluso reducida a esta dualidad demasiado simple, la diversidad del nivel mismo suscita problemas de verificación interdisciplinaria. Ciertamente la afirmación de que la lógica y las matemáticas funcionan sólo como un lenguaje y no juegan una parte en la conceptualización o estructuralización, es, en principio, una hipótesis lingüística que incluye las relaciones entre significantes y significados. Mientras que Blomfield estaba alegremente preparado para dejarle a escritores y teólogos la antigua creencia de que los conceptos corresponden a las palabras, Chomsky subordina una vez más el



lenguaje al pensamiento. Además, la anterior es una hipótesis psicológica; en este campo, sin embargo, las operaciones de la lógica y las matemáticas parecen pertenecer más a la coordinación general de las acciones que a un comportamiento puramente lingüístico. Finalmente, tal afirmación provoca serias dificultades en cuanto a la relación entre las matemáticas y la física, pues si hay un acuerdo tan bueno entre ellas, esto se debe, o a que la lógica y las matemáticas no son tautológicas, o a que la realidad misma no lo es. La existencia de "estructuras" y la posibilidad de atribuirles al universo de las transformaciones físicas es suficiente para demostrar que hay una doble síntesis en este caso y que la solución puramente "lingüística" de este problema básico no es, de ningún modo, adecuada.

Esto nos regresa al problema que habíamos dejado pendiente. Si la lógica y las matemáticas son enteramente independientes en lo que se refiere a sus técnicas de demostración y por tanto parecen escapar de las necesidades de la interdisciplinariedad, este ya no es el caso cuando pasamos de los procedimientos internos a su epistemología. Primero que nada, existe el problema bien conocido de las relaciones entre ellas. Tales relaciones son muy instructivas, pues ninguna puede ser reducida a la otra. Las matemáticas, por ejemplo, pueden ser consi-

deradas como una extensión gradual de la lógica, pero la lógica forma parte de las matemáticas como un caso particular del álgebra general. Esta asimilación recíproca puede incluso servir para caracterizar la interdisciplinariedad.

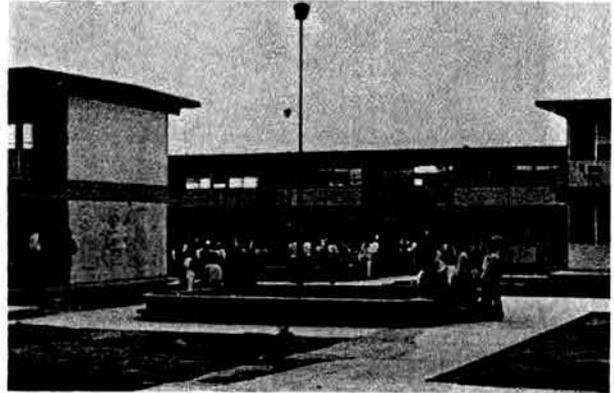
En lo que se refiere a las relaciones epistemológicas entre las ciencias deductivas y otras disciplinas, existe el problema de que el método de las ciencias deductivas es formal y la formalización es siempre la automatización de datos intuitivos anteriores, incluso si éstos son trascendidos libremente a través de construcciones reflexivas crecientemente independientes. Por tanto, la aritmética estaba basada sobre números "naturales", la geometría sobre intuiciones espaciales elementales, la silogística de Aristóteles sobre una conciencia del razonamiento general, etcétera.

Esto nos lleva hacia dos tipos de consideraciones interdisciplinarias. La primera tiene que ver con la naturaleza de estas intuiciones precientíficas sobre las cuales se basa la formalización, y la segunda con el lugar de la lógica dentro del sistema de las ciencias y en las dificultades de cualquier clasificación lineal de estas últimas.

Por lo que toca al primero de estos dos puntos, podría argumentarse que tal problema se relaciona sólo con la epistemología y que no tiene que ver con las ciencias mismas, o con sus relaciones interdisciplinarias. Pero de proceder así no comprenderíamos el alcance de un tema de discusión de interés general, cuya significación es estrictamente un asunto interno de la investigación científica. Por ejemplo, la naturaleza de las intuiciones geométricas elementales que resultan de las propiedades espaciales de los objetos, de las acciones y de las operaciones del sujeto, o de ambas al mismo tiempo, no es sólo un problema de psicología genética y epistemología, sino también de las relaciones entre el espacio físico y el mate-

mático. Esta relación puede ser aclarada hasta un cierto punto por el análisis sicogenético, pero éste, naturalmente, también necesita ser vitalizado por las epistemologías física y matemática. Estas epistemologías han sido renovadas por las teorías de la relatividad con su geometrización de la mecánica, pero también por la oposición que tales epistemologías han introducido entre el continuo espacio-tiempo, propio del espacio de los objetos, y el espacio intemporal de la geometría "pura". Esta discusión ha renacido en los últimos años con el trabajo de Misner y Wheeler sobre la dinamo-geometría que ha dado lugar a una geometrización de la realidad incluso más completa que la de Einstein, pero la cual, sin embargo, mantiene la dualidad de lo específico temporal del objeto y de lo formal intemporal. En consecuencia, no es descabellado sostener que cualquier análisis de la epistemología de las ciencias deductivas mismas desemboca en problemas interdisciplinarios dentro de la investigación técnica especializada.

Lo anterior hace surgir otro problema relacionado con los anteriores: la posición de la lógica en el sistema de las ciencias. Desde el punto de vista de su técnica de formalización y de demostración, la lógica se basa, en efecto, sólo en sí misma y no tiene ningún problema interdisciplinario como no sea su relación con las matemáticas. Por tanto, a primera vista, debería ser colocada en la base del sistema de las ciencias. Pero tan pronto como nos preguntamos qué es lo que lo formaliza, la situación cambia. Tal problema ya no puede ser considerado, como lo era antes, como puramente epistemológico y por tanto fuera de las teorías internas de la lógica. Ciertamente, desde que sabemos, a través de estas mismas teorías, de la existencia de límites de formalización, se ha vuelto necesario definir las relaciones entre la lógica y lo que existe más allá y, en consecuencia, lo que existe dentro de sus fronteras. Si con-



sideramos solamente este segundo punto, encontramos otra vez el problema de las estructuras. Con proposiciones no probadas haciendo el papel de axiomas y empleando conceptos no definidos para definir otros, no encontraremos ningún estado de caos o aun de desorden relativo, y sin esto la formalización misma no puede funcionar. De este modo, descubrimos estructuras que no expresan los contenidos de la conciencia o las evidencias subjetivas, sino las operaciones ya coordinadas de las que es capaz el sujeto. Aristóteles basaba su silogística en estas operaciones y hubiera podido hacer más si también hubiera descubierto las estructuras de relaciones (la lógica de las relaciones, como las definió Morgan en 1860). Pero entonces, ¿cuál es la naturaleza de tales estructuras?, ¿son sicosociológicas, siconeurológicas, biológicas, o las tres al mismo tiempo? En todo caso, pertenecen a la naturaleza del hombre y, en este contexto, la lógica está por tanto vinculada en cierta medida a los niveles superiores del sistema de las ciencias.

Si lo anterior es cierto, nos lleva a dos conclusiones. Primera, que en la epistemología incluso de la ciencia deductiva más formal, se imponen consideraciones interdisciplinarias. Segunda, que estas consideraciones interdisciplinarias parecen obligarnos a considerar el



sistema científico como no lineal, sino giratorio sobre sí mismo en una espiral sin fin, para no decir nada de las numerosas interconexiones entre los términos. Para convencernos de esto, basta simplemente con mirar los numerosos intentos por clasificar las ciencias y las dificultades que han encontrado sus autores al tratar de situar a la lógica en el seno de todas las disciplinas que dependen de ella, pero de las cuales, a su vez, debe obtener la información requerida por su propia epistemología.

3. Esto nos lleva a las ciencias sociales y humanas, las cuales suscitan una serie de problemas especiales en lo que a interdisciplinariedad se refiere.

3a. El primero es la ausencia de jerarquías en estas disciplinas, en oposición a las dependencias parcialmente asimétricas que se han observado entre las ciencias naturales. De hecho, si nos atenemos sólo a las disciplinas experimentales, la química se basa más sobre la física que ésta sobre la química; y la biología más sobre la fisicoquímica que viceversa. Es cierto que tales situaciones son quizá temporales y que debemos regresar al hecho de que las verdaderas relaciones interdisciplinarias llevan, necesariamente, a servicios recíprocos, pero sus jerarquías existen probablemente debido a relaciones estructurales. Aunque en

las ciencias humanas es bastante fácil ver que la psicología busca apoyos en la neurofisiología y aún en la biología general (particularmente a través de la etología), no puede afirmarse que exista una jerarquía entre la psicología, la lingüística, la economía, la demografía, la etnología, o la misma sociología. Es cierto que en ocasiones se han buscado seudojerarquías, pero éstas han sido el resultado de tendencias imperialistas y no han estado basadas realmente en razones objetivas. Esto fue lo que sucedió, por ejemplo, en los días de la sociología de Durkheim, pero podemos encontrarlo también hoy entre algunos partidarios de la dialéctica, aunque éstos sean filósofos más bien que científicos. Recientemente, R. Jakobson abrigaba esperanzas similares para la lingüística, pero en tanto que sí puede hacerse una estricta distinción entre significantes (los objetos específicos de la investigación lingüística) y lo que se significa, no es seguro que la lingüística pueda ser identificada con la teoría de la información, incluso si se quiere hacer de ésta una ciencia de la ciencia que gobierne todas las disciplinas biológicas y humanas (en tanto que es el producto de una intersección entre ellas).

Esta ausencia de jerarquía que teóricamente debería haber promovido intercambios bilaterales, de hecho los ha retardado por falta de los contactos jerárquicos obligatorios que existen entre las ciencias naturales. No obstante aquí, como en todas partes, el progreso del estructuralismo parece ser el factor principal que ha incrementado la interdisciplinariedad en años recientes, como lo demuestran los siguientes ejemplos.

El primero es la relación entre la lingüística y la psicología que caracteriza a la joven disciplina conocida como sicolingüística. El estructuralismo lingüista se remonta hasta F. de Saussure, aunque su doctrina era principalmente sincrónica en su reclamo de la naturaleza "arbitraria" del signo, el cual hace al significado

corriente de las palabras relativamente independiente de su historia. En el contexto de la sicogénesis de normas, sin embargo, particularmente en lo que se refiere al desarrollo de la inteligencia, las formas finales estables son el producto de una equilibración progresiva, de modo que existe un vínculo entre factores sincrónicos y diacrónicos más bien que una independencia o restricción como en el caso de los sistemas de signos. Esto ha conducido a una falta de contacto más bien sistemática entre la lingüística y la psicología, e incluso a una desvalorización deliberada, por parte de los discípulos de F. de Saussure, del posible papel que esta última desempeña. Sin embargo, los trabajos de Harris y Chomsky sobre el aspecto creativo del lenguaje y las gramáticas transformadoras que permiten al sujeto hablante construir continuamente nuevas combinaciones verbales, demuestra que la conexión entre este nuevo estructuralismo lingüístico y la investigación sicogenética, se está volviendo legítima y el trabajo interdisciplinario cada vez más fecundo. Con referencia, por ejemplo, al trabajo ya publicado de H. Sinclair y los estudios que ella dirige actualmente en Génova, debemos confesar que cada vez nos hemos sorprendido más de los resultados obtenidos, los cuales establecen relaciones específicas mucho más numerosas entre el desarrollo del lenguaje y la formación de operaciones mentales, que lo que hubiéramos podido prever.

El segundo ejemplo tiene que ver con estructuras regulatorias más que con sistemas de signos y estructuras de operación. Tal regulación aparece, por ejemplo, en problemas de valor y elección o de toma de decisiones en cuanto a las consecuencias anticipadas de intercambios o estrategias entre los jugadores. Von Neuman y Morgenstern derivaron de lo anterior un método de análisis económico basado sobre la llamada teoría de los juegos o de toma de decisiones. Este método ha permitido la constitución de una serie de investigaciones si-



coeconómicas que aseguran un vínculo entre dos disciplinas que hasta ahora se han mantenido muy separadas (con excepción de las consideraciones psicológicas más bien elementales que para Pareto y los marginalistas eran suficientes). Además, la teoría de juegos ha podido ser aplicada a otros sectores de la psicología (percepción, etc.).

El tercer ejemplo es naturalmente el estructuralismo etnográfico de C. Lévi-Strauss, una coordinación de las estructuras lingüísticas, jurídicas (estructuras de las relaciones familiares que revisten una forma casi algebraica) y económicas, en esa disciplina virtualmente interdisciplinaria desde sus principios, que es la antropología cultural (aunque estas potencialidades tendrían que ser realizadas y no dejadas simplemente en la etapa multidisciplinaria).

3b. Las ciencias humanas suscitan un segundo problema general, a saber, su relación con las ciencias naturales. Algunos metafísicos han tratado de contrastarlas, pero de sus antítesis imaginadas casi no permanece nada, salvo que las ciencias humanas son mucho más complejas, requieren mucho más descentralización de parte del sujeto de la investigación (puesto que su objeto consiste aún de sujetos), y que, por tanto, están más atrasadas que las ciencias



naturales. Las principales desventajas de las ciencias humanas son la ausencia, en muchos campos, de unidades de medida (excepto en economía y demografía), y las dificultades de experimentación (salvo en psicología y psicolingüística), pero estos obstáculos están presentes en muchas ciencias naturales (por ejemplo la geología y a veces la biología, en lo que se refiere a unidades de medida; y la astronomía en lo que toca a experimentación), y esto no ha detenido en modo alguno su progreso.

Es sorprendente notar la emergencia de un cierto número de relaciones interdisciplinarias entre las ciencias naturales y las humanas, e incluso relaciones de doble sentido, desde que algunos modelos de las ciencias humanas han sido empleados para efectuar análisis físicos. Sin regresar hasta Darwin, quien basaba sus hipótesis de la selección natural en la vida en sociedad, podemos referirnos al paralelismo existente entre la "información" y los conceptos de entropía, o entropía negativa (sobre los cuales ha insistido sobre todo L. Brillouin), así como a las aplicaciones físicas de la teoría de los juegos.

3c. Pero el vínculo esencial entre las ciencias humanas y las naturales es indiscutiblemente la biología. A tal punto llega esto, que la psicología, que en muy buena medida es una disciplina

biológica, es a menudo considerada una ciencia natural, tanto como una ciencia humana. Una prueba de ello puede verse en la existencia de una psicología animal o etología, la cual es incluida por los zoólogos y los psicólogos en sus respectivos campos. (Esto es legítimo para ambos casos y simplemente demuestra que la clasificación de las ciencias debería prever las situaciones en las que las actividades se intersectan.)

Obviamente, cualquier análisis psicológico profundo, ya se trate de la percepción, la potencia motriz, la afectividad e incluso la inteligencia, deberá recurrir tarde o temprano a la fisiología; este punto no precisa de mayor elaboración. Sin embargo, lo que más frecuentemente se olvida es que las estructuras más generales del organismo viviente; las de los sistemas de regulación (puesto que se encuentran en todos los niveles del organismo e incluso gobiernan los mecanismos de transmisión hereditaria), constituyen los modelos más explicativos para el desarrollo de funciones cognitivas y, en especial, para las operaciones lógicas. Por tanto, entre los procesos generales de variación evolutiva o de equilibración de los estados resultantes y los factores básicos en el desarrollo del conocimiento racional, existe una relación funcional que apenas está empezando a ser analizada.

Así pues, uno se pregunta si la biología, como el vínculo entre las ciencias naturales y las humanas, no caracteriza a un tipo particular de interdisciplinariedad. Esto no quiere decir, naturalmente, que los intercambios entre la información biológica y las otras formas de conocimiento deberían ser de un tipo diferente a los vínculos ya conocidos. Pero equivaldría a decir que, en tanto que las aplicaciones de la lógica o de las matemáticas a las diferentes ciencias siguen la dirección que va del sujeto al objeto, las lecciones de las ciencias humanas aprendidas de la biología, llevarían una direc-

ción inversa; del objeto (puesto que el organismo permanece como sujeto de la sicoquímica) al sujeto, lo cual estaría de acuerdo con el orden circular del conocimiento, al cual ya nos hemos referido

4. La vida organizada añade una característica fundamental a la peculiaridad de ser el origen del sujeto pensante y actuante con el cual está vinculado indisolublemente; a saber, tiene una historia progresiva y por tanto suministra el modelo inicial para los "desarrollos" que se encuentran en todos los niveles estudiados por las ciencias humanas. Del mismo modo, la biología ya implica una consideración de un vínculo necesario entre las estructuras y la génesis. Pero si es cierto que la perspectiva estructuralista es una fuerza permanente de motivación interdisciplinaria, ¿no deberíamos concluir que lo mismo sería aplicable a fortiori, a los estructuralismos genéticos comunes a la biología y a las ciencias humanas?

Una razón obvia por la cual el acercamiento genético favorece la interdisciplinaria es que el desarrollo mismo de una génesis excluye cualquier principio absoluto y por tanto compele al investigador a unir los niveles más distantes, con todo lo que esto implica en lo que se refiere a conexiones entre las disciplinas particulares que podrían ser empleadas al estudiar estos niveles diferentes. Es así como dentro de una misma ciencia, con especialidades bien definidas, el estudio del desarrollo nos compele constantemente a establecer vínculos entre sectores que inicialmente no tienen contacto entre sí. En biología por ejemplo, un análisis bastante detallado de la ontogénesis, precisa necesariamente del análisis de los poderes sintetizadores del genoma, la transmisión hereditaria, la variación evolutiva y la filogénesis, considerada como un todo, sin que en ningún momento sea posible hablar de un "comienzo" propiamente dicho.

Aquí abordamos un ejemplo que nos concierne más de cerca, la "epistemología genética",



y decimos inmediatamente que esta referencia a nuestros propios intereses no es tan inmodesta como podría parecer, porque sobre todo servirá para demostrar lo que todavía falta por llevarse a cabo. El propósito de estos estudios es definir el significado del conocimiento en función de su método de construcción. Como el conocimiento es siempre incompleto y tiende a desarrollarse por conexión, complemento o integración, en un sistema más amplio y más coherente, pensamos que el hasta la fecha descuidado análisis de las fases elementales, proyectaría un poco de luz sobre la naturaleza de tales procesos bajo la suposición de que el modo de acceso sería la expresión de la propia constitución. Por tanto, habría lugar para efectuar una serie de análisis experimentales sobre la formación de estructuras lógicas y matemáticas, nociones de conservación, nociones cinemáticas y dinámicas, teoría del azar y de la probabilidad, etc.

El primer problema interdisciplinario que se planteó fue el de las relaciones entre la psicología, empleada aquí como método de acercamiento, y la epistemología, como la finalidad de la investigación; naturalmente hubo muchos críticos que vaticinaron que nos detendríamos en el primero de estos campos y que nunca llegaríamos al segundo. Aunque cuando se con-



sidera una sola fase (por ejemplo, el estado adulto) es fácil disociar los problemas psicológicos de los funcionales, y los problemas epistemológicos de las estructuras normativas o de las relaciones de sujeto-objeto, la propia secuencia de fases nos fuerza constantemente a definir la manera en que el sujeto se mueve de un conocimiento a otro, o de una norma (o falta de norma) a otra, tarde o temprano considerada como necesaria. Por tanto, todos los problemas epistemológicos están inextricablemente unidos a los del desarrollo hasta niveles donde el sujeto razona de una manera lógicamente válida y posiblemente alcanza alguna fase particular del pensamiento científico rudimentario. Así pues, este análisis genético sólo forma una extensión del método histórico-crítico, en el cual está incidentalmente basado.

Pero en tanto que hay, pues, desde el principio, una conexión entre la experimentación psicológica y la investigación epistemológica, se hacen necesarias muchas otras asociaciones. Primero, naturalmente, la del lógico, pues si la transición de una fase a la otra marca un avance del conocimiento, este es un proceso que pertenece tanto a la validez normativa como a la secuencia de hechos. El problema es, entonces, formalizar, tanto como sea posible, los estados iniciales y terminales; marcar, tanto las lagunas como las aportaciones positivas, y comparar es-

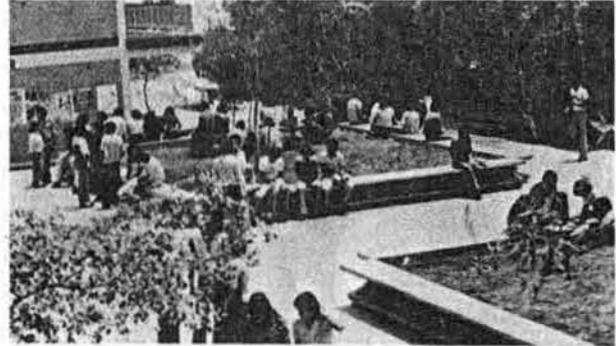
tas semiformulaciones de formas derivadas del pensamiento natural, con estructuras lógicamente válidas. Consideradas como secuencias temporales y factuales, estas transiciones suscitan un problema de equilibración progresiva, y por tanto de autorregulación, y se hace necesaria la cibernética para derivar de ellas modelos coherentes. Queda todavía la naturaleza de los conceptos u operaciones estudiadas. Sobre este punto es esencial obtener la cooperación de especialistas en el campo afectado (matemáticas, física, etc), y sobre todo, de especialistas en la historia del pensamiento científico en este campo particular. Finalmente, como las estructuras involucradas, o más bien, aquellas de las que el sujeto se hace consciente en conceptualizaciones muy incompletas (porque aquí nuevamente las estructuras trascienden las observables) son traducidas por expresiones verbales, también es necesaria la cooperación de los sociolingüistas para determinar las conexiones entre el lenguaje y pensamiento.

Habiendo dicho esto (y ya se percibe la amplia gama de relaciones interdisciplinarias que son necesarias para este tipo de estudio), regresemos a nuestro problema del comienzo absoluto. Al querer detectar una o más fases de la génesis, como estamos haciendo aquí, actuamos muy arbitrariamente, pues el proceso continúa ininterrumpidamente hacia arriba y además no tiene ningún comienzo asignable. En el nivel superior generalmente nos detenemos entre las edades de los 12 y los 15 años, pues hasta entonces el niño (de 4 a 11 ó 12 años) crea e inventa constantemente sus propios conceptos, mientras que después de esta edad repite lecciones y se integra en la corriente social del pensamiento moderno. Es por eso que el único complemento válido de la sicogénesis que se ha descubierto hasta ahora es la historia de la ciencia, que es un complemento necesario.

En el otro extremo la situación es muy diferente. Casi todas las estructuras estudiadas en el nivel del pensamiento representativo presentan

raíces senso-motrices anteriores al pensamiento. Por tanto, las fuentes de operaciones lógicas no deben buscarse en la sintaxis verbal, sino mucho más atrás en las coordinaciones generales de la acción (engranamiento de esquemas de acción, orden de las acciones, conexiones, intersecciones, etc.). La génesis está pues muy atrás, pero ¿cuál es el origen de tales coordinaciones? Así, se vuelve esencial remitirnos a la neurología. Todos conocemos el famoso estudio de McCulloch y Pitts sobre los operadores que intervienen en las conexiones neuronales (sinopsis) y su isomorfismo con las "funciones" proposicionales (**propositional functors**). Esto no quiere decir que la lógica es innata o preformada, pues es necesario que exista un cuerpo sustancial de abstracciones reflexivas y reconstrucciones a niveles nuevos para que las mismas operaciones proposicionales funcionen en el nivel del pensamiento (entre los 11 y los 12 años). Pero como potencialidades que hay que alcanzar, estas regiones nerviosas demuestran ya una organización para génesis tiene que ser todavía rastreada, lo cual es un problema de epistemología general más que de sicogénesis. Es claro que la imposibilidad de un comienzo absoluto desemboca aquí, como en otros casos, en la vinculación de niveles distantes y, consecuentemente, en este caso particular, hace indisoluble la unión entre sicogénesis y biogénesis.

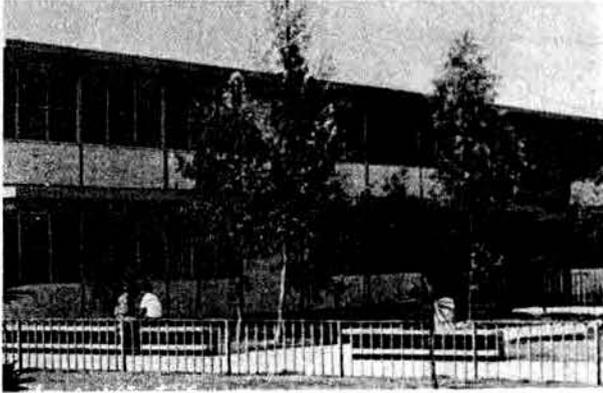
Incluso podemos ir más allá, en tanto esperamos esa transdisciplinariedad a la que aspiramos (ver 5c). Uno de los grandes misterios de las relaciones entre las ciencias es la sorprendente armonía de las construcciones puramente deductivas, peculiares a las matemáticas, con los resultados cada vez más refinados de la física experimental (los comentarios sobre el espacio en el número 2, son sólo un ejemplo limitado). Pero desde el punto de vista genético, parece imposible explicar este acuerdo por la pequeñísima parte que la experiencia juega en la formación de operaciones lógicas y



matemáticas; aunque referirse a cuadros *a priori* (nociones de grupo, etc.), como Poincaré y Hilbert, o a una armonía preestablecida, sólo pospone el problema. Por otra parte, si nos referimos simultáneamente a las estructuras del organismo viviente y a los poderes de autorregulación que hacen posible, a cada nueva fase, reconstruir y ampliar lo que se ha sacado de fases anteriores el vínculo entre la realidad y la construcción matemática y lógica se establece en el mismo interior del organismo, porque éste es, a la vez, un objeto fisicoquímico entre otros, y la fuente de actividades del sujeto. Si esta hipótesis tiene alguna probabilidad, nada daría una mejor prueba de que tarde o temprano la perspectiva de la genética desembocará en una cooperación interdisciplinaria.

5. Finalmente, si de lo anterior quisiéramos sacar algunas conclusiones sobre la naturaleza de la interdisciplinariedad, deberíamos estar dispuestos a distinguir tres niveles, según fuera el grado de interacción alcanzado entre sus componentes.

5a. El nivel inferior podría ser llamado "multidisciplinariedad", y ocurre cuando la solución a un problema requiere obtener información de una o dos ciencias o sectores del conocimiento, sin que las disciplinas que contribuyen sean cambiadas o enriquecidas. Esta situación podría constituir una primera fase que sería posteriormente trascendida, pero que duraría un tiempo



más o menos largo. Esto es con frecuencia que se observa cuando se forman grupos de investigación con un objetivo interdisciplinario y al principio se mantienen en el nivel de información acumulativa mutua, pero sin tener ninguna interacción verdadera. Los psicólogos infantiles que recurren a otros especialistas para este tipo de experiencia colectiva; el invitado estará encantado de hablar sobre su especialidad o de disminuir su ignorancia y escuchará atentamente los resultados sicogenéticos que le son explicados, pero no los encontrará relevantes para sus propios problemas hasta que una serie de hechos sugiera una posible liga con algún nivel anterior de la historia de su disciplina y se haga posible un intercambio preliminar. Pero existen amplios campos en donde el nivel multidisciplinario no puede ser trascendido debido a la persistente heterogeneidad de la información empleada. Este es el caso, por ejemplo, en geología, donde para reconstruir la historia y explicar la formación de una cadena montañosa, el geólogo tectónico requiere de datos paleontológicos y de un conocimiento de mineralogía para determinar los estratos del terreno. Y aunque tales datos son esenciales para él, al grado de que ha tenido que aprender estas disciplinas por sí mismo, no existe ninguna retroalimentación. En otras palabras, la tectónica como tal no podrá explicar la relación de

las descendencias paleontológicas o la estructura de los minerales. Los datos tectónicos juegan ciertamente un papel en el metamorfismo de las rocas, pero no pueden dar cuenta, por ejemplo, del grupo de rotación, el cual determina la forma de las 32 variedades posibles de la estructura cristalina.

5b. Reservaremos el término de interdisciplinariedad para designar el segundo nivel, donde la cooperación entre varias disciplinas o sectores heterogéneos de una misma ciencia llevan a interacciones reales, es decir, hacia una cierta reciprocidad de intercambios que dan como resultado un enriquecimiento mutuo. Pero deben ser analizados y clasificados los varios tipos posibles de interacción, y esto no es una tarea fácil. Sólo si nuestra hipótesis inicial es correcta y la fragmentación de la ciencia depende de los límites de las observables, y en tanto que la interdisciplinariedad sea, en efecto, una búsqueda de estructuras más profundas que los fenómenos y esté diseñada para explicar éstos, podemos suponer que los tipos de interacciones interdisciplinarias se conformarán a los diversos tipos de relaciones interestructurales, es decir, a formas de vinculación que aunque numerosas, sean fácilmente inteligibles e incluso se vuelvan deductibles una vez que sean conocidas las estructuras involucradas.

La forma más simple de vinculación es el isomorfismo, y ya podemos hablar de una fructuosa cooperación interdisciplinaria cuando especialistas de dos campos diferentes se dan cuenta de que sus análisis dan lugar a estructuras similares, lo cual hace posible que los datos obtenidos en un campo ayuden a esclarecer el otro. Cuando, por ejemplo, los etnógrafos emplean el estructuralismo lingüístico para descifrar una serie de mitos, no se trata de un proceso unilateral, pues sus análisis ayudan a aclarar el carácter simbólico de los mitos y por tanto se orientan hacia la constitución de una

semiología general ansiosamente esperada por los lingüistas. Pero también debemos distinguir dos categorías principales de isomorfismos interestructurales. Hay aquellos que pueden ser descubiertos por las interacciones entre dos ciencias factuales, como se mostró en el ejemplo anterior, el cual es uno de muchos casos posibles. Pero —y esta es una situación mucho más general— hay también casos de isomorfismo entre una estructura formal o deductiva y una serie de hechos experimentales, como en las relaciones entre las matemáticas y la física o cualquier otra de las disciplinas factuales. Sin embargo, estas relaciones son tan generales y a la vez tan específicas, que normalmente no hablamos de relaciones interdisciplinarias entre las matemáticas y la ciencia que las emplea, puesto que de hecho se trata de herramientas esenciales de trabajo de esta última, e incluso la única herramienta (incluyendo a la lógica) que hace posible el análisis y la inteligibilidad. No obstante, tenemos que distinguir dos situaciones diferentes de las cuales nos referiremos sólo a una, la más particular de las dos. El caso general es aquel en el que las operaciones lógicas y matemáticas son simplemente “aplicadas” para medir y describir una serie de hechos para que éstos lleven a una formulación de un sistema de leyes. En este caso general, naturalmente, no existen relaciones interdisciplinarias sino servicios en un sentido único, incluso si a veces la complejidad de los hechos enfrenta al matemático a nuevos problemas que amplían su trabajo al forzarlo a hacer formulaciones hasta entonces no previstas. Pero hay otro caso en el que el trabajo del físico se extiende más allá de la formulación de leyes, y por tanto de la descripción de observables, y es dirigido hacia la búsqueda de estructuras o modelos explicativos. Aquí, las operaciones y estructuras del matemático no son simplemente aplicadas a la realidad, sino (como dijimos en el número 1 sobre la causalidad) “atribuidas” a



ella como si los objetos mismos actuaran como operadores y las estructuras preexistieran en la realidad, antes de que la construcción deductiva del sujeto las reconstituyera. Es entonces cuando podemos hablar de isomorfismo, o cuando menos de correspondencia entre estructuras físicas y estructuras matemáticas, lo que resulta en la serie de intercambios entre la física teórica y la física matemática, intercambios que han sido analizados y distinguidos muy bien por Lichnerowicz como etapas intermedias entre la física experimental y las matemáticas puras. En este fascinante caso, las estructuras matemáticas eran a veces construidas y preparadas antes de toda utilización, en tanto que las estructuras físicas preexistían naturalmente antes de ser conocidas; pero en ocasiones las estructuras físicas eran descubiertas en una forma inesperada, lo cual obligaba al matemático a reconstruir y reinventar hasta lograr una adecuada adaptación a la realidad. De esto resulta un doble problema interdisciplinario: uno epistemológico —la equilibración entre forma y contenido hasta que se alcanza el isomorfismo—, y el otro técnico —el enriquecimiento mutuo que proviene de las interacciones entre dos disciplinas—; uno sujeto a verificación por los hechos, el otro dedicado a discernir los hechos entre el conjunto de



posibles y a conferirles una necesidad por virtud de esta misma inclusión.

Volviendo a casos más particulares, las relaciones interdisciplinarias pueden conducir hacia muchas otras interacciones, comparables, en principio, a los posibles vínculos entre estructuras. Naturalmente, es necesario considerar la organización de jerarquías, no solamente en etapas superpuestas, como sucede con las observables, sino en estructuras engranadas comparables a las relaciones que existen entre grupos y subgrupos (como en los muy conocidos "grupos fundamentales" de la geometría que conducen de las homeomorfías, a los cambios de situación pasando por los grupos proyectivos, afinidades y similitudes). Este es el tipo de jerarquía en el que han desembocado las relaciones interdisciplinarias entre la química y la física, y podemos esperar una integración similar de la biología dentro de la misma jerarquía. Weisskopf ha descrito los niveles de energía rápidamente decrecientes que caracterizan las partículas elementales, los núcleos atómicos, la organización de átomos y moléculas y finalmente las macromoléculas capaces de reproducirse, con lo que esta jerarquía energética sitúa los vínculos estudiados por la química, en un sistema completo y coherente de niveles, los cuales, además, probablemente

corresponden a su formación histórica y cosmológica.

Pero al lado de los engranajes jerárquicos de estructuras y subestructuras a los que podría llevar la investigación interdisciplinaria, deben distinguirse otros tipos de interacción como son las combinaciones e interacciones entre estructuras diferentes. Las combinaciones entre secciones separadas de las matemáticas son bastante normales, como por ejemplo el caso de la topología algebraica que combina dos de las "estructuras madre" de Bourbaki. Pero aparte del rigor deductivo, se encuentran situaciones similares en las interacciones entre las ciencias factuales. La sicolingüística, citada ya como ejemplo, cae dentro de esta categoría en conexión con el desarrollo, ya que el objeto propio de esta investigación interdisciplinaria es el conjunto de conexiones posibles entre las estructuras lingüísticas y otras estructuras de un tipo diferente, como los sistemas operativos de la mente.

Como ejemplo de intersecciones podemos mencionar la praxeología, puesto que es el estudio de las condiciones económicas de la conducta en general. Existen algunos economistas que han querido reducir toda su disciplina a este estudio, pero ya se ha llegado al acuerdo de que se trata sólo de uno de los aspectos de la actividad económica. Sin embargo, es un aspecto común a numerosos campos, los cuales cubren, entre otros, los controles descritos por P. Janet en el área de sentimientos elementales (esfuerzo y fatiga, etc.), así como, naturalmente, la economía del organismo en su funcionamiento fisiológico. Fue quizá la experiencia praxeológica humana (el menor esfuerzo por el máximo resultado) lo que sugirió a Maupertuis su principio físico de la menor acción posible.

5c. Finalmente, podríamos esperar que a la etapa de relaciones interdisciplinarias, la suceda una etapa superior que sería la "transdisciplinarietà", la cual no sólo cubriría las investigaciones o reciprocidades entre proyectos es-



pecializados de investigación, sino que también situaría estas relaciones dentro de un sistema total que no tuviera fronteras sólidas entre las disciplinas.

Aunque esto es todavía un sueño, no parece que sea irrealizable y hay dos consideraciones que lo justifican. La primera es el fracaso del reduccionismo siempre que se ha hecho el intento de reducir lo superior a lo inferior (o viceversa), y el éxito de lo que podríamos llamar asimilación recíproca. Ya hemos notado esto en las relaciones entre la lógica y las matemáticas. Otro ejemplo de lugar común nos lo proporcionan las relaciones entre las teorías mecánicas y ondulatoria, últimamente coordinadas en la forma de mecánica ondulatoria. Pero podemos esperar procesos similares en las áreas todavía oscuras de las relaciones entre el organismo viviente y las estructuras fisicoquímicas. Entre reducciones prematuras y el antirreduccionismo vitalista, hay lugar para soluciones más amplias en las cuales el conocimiento de lo vital enriquecerá las estructuras físicas o químicas con nuevas propiedades y las fronteras serán eliminadas y revelarán sistemas inesperados de transformación.

En segundo lugar, y quizá esto se agrega a lo mismo, debemos recordar, como Ch. Eug Guye decía frecuentemente, que nuestras ciencias están incompletas actualmente porque tienen fronteras puramente fenomenalistas. Conocemos la física de lo inanimado, pero todavía no estamos familiarizados suficientemente con la de un cuerpo ocupado en el proceso de vivir, y menos aún con el sistema nervioso de un individuo en el proceso de pensar, así que, como dijo este físico, la física será realmente "general" sólo después de haber englobado a la biología e incluso a la psicología. Naturalmente, si esto fuera posible, estaríamos plenamente en la transdisciplinariedad.

En cuanto a precisar lo que cubriría tal concepto, se trataría obviamente de una teoría general de sistemas o de estructuras, que incluyera estructuras operativas, estructuras regulatorias y sistemas probabilísticos, y que uniría estas diversas posibilidades por medio de transformaciones reguladas y definidas. Pero corresponde al matemático decirnos más sobre ello, y Lichnerowicz nos ilustrará sobre este futuro.

Apostel, Léo et al, *Interdisciplinariedad, Problemas de la Enseñanza y de la Investigación en las Universidades*, ANUIES, 1975 México.