

## BIOLOGIA Y CONOCIMIENTO EN JEAN PIAGET

por José Antonio Castorina

Una retrospectiva de la historia intelectual de Jean Piaget que llegue hasta la adolescencia, es como una mirada a los orígenes de una problemática que organiza toda su extensa obra: la participación del sujeto y del objeto en el conocimiento. Por un raro privilegio, Piaget vivió la crisis filosófica propia de esta edad cuando sus trabajos de zoología, emprendidos antes de los once años, le permitían entrever el valor de la ciencia. De modo que la vocación epistemológica despertó en él bajo un doble signo: por una parte, la pasión filosófica que le revelaba la vida como fundamento del espíritu, y por otra, el rigor científico que lo condujo a prolongar el equilibrio biológico en el desarrollo del pensamiento. Así lo dice en su *Autobiografía*: la problemática epistemológica "me hizo tomar la decisión de dedicar mi vida a la explicación biológica del conocimiento" (4,132).

Pero frente a la total insuficiencia experimental que encuentra en la lectura de Bergson (*La Evolución Creatora*), siente por primera vez el conflicto entre la especulación y el pensamiento sometido a control empírico, entre el método reflexivo de la filosofía y los métodos de la ciencia: "...entre la biología y el análisis del conocimiento, me faltaba algo más que la filosofía. Creo que en este momento descubrí una necesidad que sólo podía ser satisfecha por la psicología" (4,132).

La temprana unidad, trazada en sus líneas más generales, de los problemas de la biología, la teoría del conocimiento y la psicología de la inteligencia, lo separan del intento de Spencer. Porque el recurso a la psicología genética elimina el salto —que todo biologismo es incapaz de impedir— entre la acción, como expresión del continuo biológico y el pensamiento, y también supera la perspectiva empirista de tal intento. Hecha esta salvedad, es legítimo considerar como decisiva la influencia del modelo biológico en la elaboración de la teoría del conocimiento: "...el problema de las relaciones entre genotipos y fenotipos en la adaptación de las especies animales a su medio fue lo que nos llevó a reflexionar en la cuestión de las relaciones epistemológicas entre el sujeto y el objeto, y de allí a ocuparnos de psicología genética" (2,66).

En trabajos como *El Nacimiento de la Inteligencia en el Niño* (1939) o en *Psicología de la Inteligencia* (1947), en la *Introducción a la Epistemología Genética* (1950), y recientemente y de manera muy sistemática, en *Biología y Conocimiento* (1967), Piaget se ha ocupado de tender los puentes entre biología, inteligencia y teoría del conocimiento.

Las teorías sobre la adaptación biológica se encuentran para Piaget incluidas en las teorías sobre la evolución: si la adaptación consiste en un equilibrio entre el organismo y el medio, ese equilibrio es dinámico, es decir que se trata esencialmente de un proceso que va desde un equilibrio menos estable a un equilibrio más estable. Entonces, explicar la evolución de las especies consiste en elucidar cómo las formas orgánicas advienen al equilibrio. Esto significa que las estructuras presentes en un organismo y cuya función es asimilar al medio exterior, a la vez que se acomodan a él —es decir expresan el equilibrio—, sólo pueden explicarse como el resultado actual de una historia de diferenciaciones ocurrida en la evolución de las especies. Meyer hace una afirmación parecida al tratar de fundar la problemática biológica sobre la dimensión histórica: "...si el secreto del funcionamiento del ser vivo reside en su estructura, el secreto de su estructura reside en la lógica que ha presidido su elaboración en el orden de magnitud temporal de los tiempos de la paleontología" (11,806).

Ahora bien, si la adaptación biológica implica como caso particular a la inteligencia y a las concepciones epistemológicas —porque en última instancia el conocimiento no es sino una asimilación de las cosas a la actividad del sujeto y una acomodación de los esquemas de acción del sujeto (o estructuras) a las sollicitaciones del medio—, es necesario establecer una correspondencia de problemas. Pero como los problemas no existen en estado puro, con independencia de las teorías que han llevado a su planteamiento, se deben vincular los problemas comunes con las teorías, teniendo en cuenta que las concepciones de la evolución preparan las teorías de las inteligencias y del conocimiento.

#### **LAS INTERPRETACIONES DE LA ADAPTACION**

Los isomorfismos que vamos a establecer nos obligan a efectuar algunas aclaraciones. Por un lado, estos isomorfismos no dependen de la posición explícita que un biólogo adopte, por ejemplo, en cuestiones de epistemología o psicología. Aunque, sin duda, es difícil que un biólogo deje de estar influido por sus ideas respecto de la finalidad cuando reflexiona sobre el finalismo en la evolución. Por otro lado, no hay necesariamente una correspondencia histórica entre los isomorfismos que se establecen entre las doctrinas sobre la evolución, la epistemología y la teoría de la inteligencia.

Por lo demás, el cuadro de los enfoques posibles no responde a una pregunta inquietud estética o a una búsqueda de elegancia formal, sino que se atiene el hecho fundamental de que los tres tipos de teorías se ocupan esencialmente del mismo tema: la adaptación, y plantean cada una en su dominio soluciones homólogas.

Las correspondencias se agrupan a partir de la admisión o no de la evolución biológica, y en el dominio epistemológico y de la inteligencia, según se admita o no la génesis, y luego según se confiera en cada grupo el predominio al organismo o al sujeto, al medio o al objeto, o finalmente a una interacción de ambos factores:

	BIOLOGIA	INTELIGENCIA	EPISTEMOLOGIA	
No Evolucionistas	Vitalismo (Medio) Emergencia (Interacción) Preformismo (Organismo)	Inteligencia - Facultad Psicología de la Forma Psicología del Pensamiento	Realismo (Objeto) Fenomenología (Interacción) Kantismo (Sujeto)	No Genéticas
Evolucionistas	Lamarckismo (Medio) Concepción Sintética (Interacción) Mutacionismo (Organismo)	Asociacionismo Relativismo Genética Psicología de Claparede	Empirismo (Objeto) Constructivismo Dialéctico (Interacción) Convencionalismo (Sujeto)	Genéticas

1) Para el vitalismo fijista, las especies que constituyen una jerarquía inmóvil, poseen desde siempre las actividades necesarias para su adaptación. La armonía preestablecida entre el organismo y el medio se vuelve a encontrar en la concepción psicológica de la inteligencia-facultad: no hay evolución del organismo ni de la inteligencia porque la realidad exterior los ha ordenado de acuerdo con las mismas "formas" eternas. Podemos encontrar la continuación contemporánea de esta línea de pensamiento en un biólogo como Driesch, sostenedor de una entelequia aristotélica, a la que atribuye una realidad sólo aprehensible por el pensamiento y una capacidad de imprimir la forma al organismo, cuyos factores fisicoquímicos son simples medios al servicio de la vida.

Subordinando la inteligencia y el organismo a un mundo ya organizado, no hay necesidad de postular una actividad constructiva, lo que significa que si en lo biológico las formas son irreducibles a la materia, y en lo psicológico la inteligencia-facultad es inherente a la vida, el conocimiento es una adaptación de esa facultad a las formas universales independientes del sujeto.

El sentimiento de la naturaleza específica de lo viviente se explicita en la afirmación de una intencionalidad, en un finalismo. Este coincide con el vitalismo al instaurar una armonía preestablecida que sustituye a las cadenas causales: hay órganos visuales porque el ojo está "hecho para" ver, la inteligencia-facultad es una facultad "para aprehender" un mundo ya organizado.

2) Cuando el fijismo debe admitir un cierto desarrollo recurre al preformismo: las nuevas especies tienen una existencia virtual en las especies anteriores, y adquieren actualidad en ocasión de cambios exteriores (el preformismo había sostenido en el terreno embriológico que el nuevo ser está en-

teramente contenido en el germen, lo que hace inútil la creencia en una génesis progresiva del individuo). Y si las transformaciones en el fondo son aparentes, las estructuras del organismo provienen exclusivamente de factores internos, sin sufrir modificaciones sustanciales por la acción exterior.

Para el apriorismo kantiano, el conocimiento comienza con la experiencia, pero como la experiencia no otorga universalidad ni necesidad al conocimiento, hay que admitir categorías preexistentes que constituyen las condiciones a priori en las que se funda la posibilidad del conocimiento del mundo. Así, la experiencia no engendra la causalidad, que es condición de la lectura de la experiencia. En general, las estructuras están dadas en el sujeto al margen de toda génesis y se manifiestan en ocasión de la intuición empírica.

Si sustituimos la experiencia por el medio, y las estructuras gnoseológicas por las variaciones genéticas, encontramos al preformismo biológico: las variaciones se explican por combinaciones de caracteres incluidos eternamente en el plasma germinativo (Weissmann), mientras el medio actúa únicamente para dar lugar a ciertos fenotipos.

Por su parte, la Psicología del Pensamiento ("Denckpsychologie") hace la transición entre el preformismo biológico y el apriorismo epistemológico: el pensamiento de un sujeto es un "espejo" de la lógica interior de su mente y que él de ningún modo ha construido.

3) Queda otra alternativa no-evolucionista: las nuevas formas orgánicas no están preformadas en las anteriores, sino que "emergen" (Lloyd Morgan) como totalidades en lo que parece ser un evolucionismo radical. Pero estas totalidades producidas por mutación genética, y que incluyen al medio exterior tanto como las modificaciones internas del organismo, carecen de una auténtica historia: cada síntesis es una novedad absoluta, la evolución no es más que una serie de creaciones.

La fenomenología se ubica en presencia de las "cosas mismas", del fenómeno, negándose a tomar como punto de partida el dualismo del objeto y el sujeto. Lo fundamental es el fenómeno considerado como indivisible unidad del objeto y el sujeto en el acto intencional. Y como esta interacción fenomenológica se propone alcanzar las esencias intemporales, es preciso reducir el mundo natural de la conciencia mundana para abrirse a la posibilidad de las "intuiciones" trascendentales.

La fenomenología supone el abandono de la psicología genética que es una ciencia "natural", limitada por Husserl al mundo espacio-temporal; no hay lugar en ella para la génesis de las estructuras reversibles (intemporales) a partir de las acciones irreversibles de un sujeto centrado en su acción propia y sometido al flujo de los acontecimientos, que es para Piaget la génesis efectivamente real y que se puede seguir en la conducta observable del niño. Por ello, cuando Derrida (12,84) habla de la génesis fenomenológica, debemos entenderla sobre un nivel que no es el de la conducta real estudiada por la psicología genética, sino sobre el nivel trascendental, de experiencias concretas que pertenecen a un dominio no-psicológico, el de la significación o conciencia del sentido.

Correspondientemente encontramos en psicología el estructuralismo sin génesis de la Psicología de la Forma ("gestaltpsychologie"): la inteligencia se concibe como una reorganización súbita del campo perceptivo, que comprende la acción del sujeto y las influencias del medio exterior. Las transformaciones en el campo son casi inmediatas y no dan lugar a la génesis, por lo que podemos definir escuetamente a la inteligencia como "comprensión súbita" ("insight").

4) Según Deschoux (11, 201), las dificultades del trabajo de clasificación de las especies, la aparición de formas intermedias, y en general la arbitrariedad de la clasificación, fueron las razones que llevaron a Lamarck a plantearse la hipótesis de una transición inevitable de una forma a otra. El parentesco morfológico le sugirió el parentesco genealógico, y llegó a afirmar entonces la evolución como un proceso único que abarcaba todas las formas de la vida, proponiendo una teoría general sobre este proceso. Consideró la progresión como el rasgo fundamental de la evolución, que sin embargo no actuaba regularmente por la necesidad de adaptación local: el ambiente requería hábitos apropiados, y éstos, a su vez, provocaban cambios estructurales que se heredaban. (Lamarck suponía que originalmente las jiras tenían proporciones parecidas a las de los mamíferos típicos, pero que alargaron lentamente su cuello al comer hojas de árboles cada vez más altos. Este aumento logrado en la vida del individuo como respuesta a la necesidad, se acumulaba de generación en generación y debía ser heredado para que tuviese algún significado evolutivo).

Si en la hipótesis de la herencia de los caracteres adquiridos cuenta únicamente la acomodación del organismo al medio, sin estructuras propias del organismo que asimilen activamente la acción del medio, en el empirismo epistemológico, el sujeto está sometido totalmente a la presión de los objetos que conoce. En una experiencia que se impone por sí misma sin actividades de organización, las categorías de la razón son estrictamente el resultado de sus efectos repetidos.

Homologamente, esta misma presión exclusivista de las cosas obliga a poner como principio de la inteligencia a las asociaciones adquiridas mecánicamente.

5) La ciencia de la genética nació a principios del siglo XX, cuando las discusiones entre vialistas, neolamarckianos y neodarwinistas sumían en la confusión a los estudios evolutivos. Los mutacionistas, como lo señala Simpson (14,213), partiendo del descubrimiento de la mutación genética, llegaron a la conclusión de que la mutación era la clave de la evolución, procediendo igual que las demás escuelas: hicieron de una verdad parcial una verdad total, absoluta.

Esta escuela consideraba a los genes de modo morfológico (Dodson, 13,255): son corpúsculos situados en los cromosomas, dispuestos linealmente como las cuentas de un rosario, cada uno separado de los otros y siendo diferentes en sustancia. Y también entendió las mutaciones como modificaciones físico-químicas de los genes producidas al azar, con independencia del medio. Los mutacionistas habían decidido que la evolución era azarosa, y que el medio na-

tural (que los neodarwinistas absolutizaban) actuaba meramente para seleccionar las variaciones genotípicas, exclusivamente endógenas, y sin que los caracteres adquiridos (decisivos para el lamarckismo) tuvieran importancia evolutiva.

Piaget pone en relación esta concepción biológica con la teoría de la inteligencia de Claparede: la inteligencia, que puede ser definida como adaptación a situaciones nuevas, funciona como una serie de tanteos o hipótesis prácticas, que el medio selecciona según su éxito, o su fracaso. Hay aquí, por un lado, la producción de los intentos, debidos sólo al sujeto y por otro, la selección debida al objeto.

Esta separación entre organismo y medio, entre sujeto y objeto, se prolonga en la epistemología de Poincaré: los grandes principios de la ciencia son ante todo "convenciones" que provienen del sujeto y que luego llegan a ser aceptadas por su "comodidad"; esto es, responden a las necesidades del espíritu y a los requerimientos de la experiencia.

6) Los isomorfismos teóricos que hemos considerado siguiendo a Piaget, tienen en común el hecho de elaborar las interpretaciones recurriendo a las separaciones rígidas, a los factores unilaterales; abstraen lo orgánico del medio exterior, la asimilación de la acomodación, lo apriori de lo aposteriori, la génesis de la estructura. Estas insuficiencias puestas de relieve por Piaget en las definiciones anteriores, pueden ser atribuidas a lo que Engels denominó "método metafísico" de pensar: "Para el metafísico, los objetos y sus imágenes en el pensamiento, los conceptos, son objetos de investigación aislados, fijos, inmóviles, enfocados uno tras otro, como algo dado y perenne. Piensa solamente en antítesis, inconexas..." "...Lo positivo y lo negativo se excluyen recíprocamente en absoluto. La causa y el efecto revisten asimismo, la forma de una rígida antítesis" (15,7).

Las teorías anteriores hacen un absoluto de los aspectos parciales de la realidad biológica y gnoseológica. Pero la verdad de la inteligencia como de la adaptación biológica o de la teoría del conocimiento no reside en los momentos tomados en su aislamiento o en su unidad estática, sino en el movimiento con que se incluyen en una totalidad. Se trata de dar una explicación que sin caer en el eclécticismo de los factores, alcance la totalidad relacional que integre a los momentos o factores en una unidad móvil y concreta.

#### **Estado actual del problema en biología**

Para Piaget, es posible sostener la interacción de las estructuras de la inteligencia con las sollicitaciones del medio, del sujeto con el objeto, apoyándose en algunas tesis de la teoría "sintética" de la evolución. Esta teoría es el resultado, aún inconcluso, de los esfuerzos por reajustar las relaciones entre la investigación biológica y la evolución, y por construir una **síntesis moderna** en la que confluyan los materiales provenientes de todos los campos de la biología y de otras ciencias. Dobzhansky colocó las bases de esta teoría en

**Genética y el origen de las especies**, de 1937, y su labor fue continuada y completada por investigadores como Huxley, Darlington, Stebbins, Haldane, Waddington, y muchos otros, que tuvieron como objetivo común dar una comprensión unitaria de los hechos evolutivos.

La conexión de estos desarrollos —necesariamente incompletos, que incluso no conservaron siempre la intención originaria y abren aun grandes interrogantes— con la teoría del conocimiento es esencial para Piaget: la pregunta por la posibilidad de la ciencia y por la posibilidad de la inteligencia equivale a la pregunta por sus mecanismos biológicos y por la historia evolutiva que va desde los tropismos más modestos hasta las estructuras lógicas; por esta razón afirma que "...hasta tanto no se hayan resuelto los problemas de la variación hereditaria adaptativa y en consecuencia las relaciones entre el organismo vital y el medio, sólo se darán soluciones conjeturales a las cuestiones centrales de la teoría del conocimiento" (7, 903).

Hay varios hechos que indican el comienzo del reemplazo de las partes o factores últimos de la evolución, por la totalidad interactuante, la ruptura de la oposición metafísica entre el genotipo (o constitución genética del organismo) y el medio.

**En primer lugar**, la concepción atomística o morfológica que identificaba los genes con unidades discontinuas situadas en los cromosomas y que determinaban unívocamente un solo carácter del organismo, cede ante la genética relacional o fisiológica (Dodson, 13,255). En vez de considerar al cromosoma como un simple recipiente para los genes, se lo tiene por un sistema "arquitectural" de genes: el funcionamiento de por lo menos algunos genes depende de su posición en el cromosoma, porque alterando su posición (efecto de posición) se altera su producción fenotípica (o sea el aspecto final de un individuo respecto de un determinado rasgo). (Dodson, 13, 266-288). En contra de la acción unívoca de los genes se invoca, por un lado, que son comunes los genes dotados de más de un efecto fenotípico, o sea que cada gen parece influir sobre el conjunto de las propiedades del individuo (pleiotropía); y por otro, que cada propiedad del organismo está influida por la totalidad de los genes (poligenia). Y finalmente, para la genética contemporánea, el genoma, lejos de ser una suma mecánica de genes aislados, constituye una organización: junto a los genes estructurales (el material compuesto por ADN, que lleva la información genética luego transcrita a moléculas de ARN, verdaderas mensajeras de la información que se traducirá en proteínas), se encuentran genes operadores que permiten o no a los genes estructurales cifrar a las moléculas de ARN mensajeras, y también genes reguladores, productores de sustancias que actúan sobre los genes operadores para ponerlos en marcha o detenerlos, siguiendo un proceso retroactivo.

Si se pudiera comparar con Dobzhansky la selección natural con la ejecución de una música sinfónica, "...sería más correcto comparar los genes a los músicos de la orquesta que a los solistas" (10,61).

**En segundo lugar**, en esta perspectiva interaccionista, también la población aparece como el sistema de todas las interacciones entre los individuos, que

abandonan su autonomía para integrarse a esas relaciones. Y como una población es una comunidad reproductora de individuos que se entrecruzan regularmente, los individuos participan del mismo "pool genético" o sistema genético resultante de todos los cruzamientos posibles.

La selección natural se produce a nivel de los individuos y sobre todo a nivel de las poblaciones (la aparición de un individuo mutante no es la evolución, sólo la población evoluciona). Tiende a conservar los genes que dan lugar a individuos heterocigotos (que poseen un gen dominante y otro recesivo para un carácter determinado), cuando se combinan con otros alelos (los genes que dan lugar a los caracteres opuestos) de la población. Tenemos en cuenta que la mayoría de los individuos son heterocigotos respecto de genes que si estuvieran presentes producirían serias inhabilidades (es decir que si un individuo es homocigota cuando tiene exactamente los mismos genes, por ejemplo en la mosca *Drosophila*, los individuos que tienen los genes CH/CH, padecen de una grave enfermedad hereditaria). Por lo tanto, se puede afirmar que el "pool genético" de una población está formado por genes coadaptados (que se ajustan bien estando presentes en individuos heterocigotas). "Una población sexual (población mendeliana) es un sistema de genes que se ajustan juntos, y producen individuos altamente adecuados a los ambientes en que vive esa población" (Dobzhansky, 9,179).

El acento se desplaza del genoma individual al pool genético, del organismo individual al organismo colectivo, que conserva el equilibrio de su composición genética mientras se adapta al medio.

En tercer lugar, desde el punto de vista de la variación, si tomamos como central el papel de la población, la mutación deja de ser el factor esencial. La recombinación que reordena el material genético preexistente, toma a los viejos y nuevos genes y continuamente produce nuevas combinaciones, incrementando las variaciones de los individuos de una población. La recombinación es posible por la segregación en virtud de la cual cada par de genes se hereda independientemente, por la herencia independiente de los pares de genes que se encuentran en cromosomas no homólogos, y por crossing-over, o intercambio de segmentos enteros de material cromosómico durante la sinapsis de cromosomas homólogos.

La recombinación es un proceso para el cual la segregación y la herencia independiente dan elementos de orden y el crossing-over a su vez depende de los límites estructurales de los cromosomas. Según Hamilton: "La recombinación genética es un verdadero mecanismo, y no una mezcla azarosa de genes" (16, 17).

En cuarto lugar, entre el genotipo y la apariencia adulta de un individuo, media un complejo desarrollo. Hay que admitir con Waddington no sólo un sistema genético que transmite la información genética de generación en generación, sino además un "sistema epigenético" la información genética se traduce en el individuo adulto y sobre todo se transforma a lo largo del desarrollo embriológico por la interacción con el medio.

La existencia de tal sistema descarta la hipótesis mutacionista que separaba tajantemente las mutaciones fortuitas de la acción causal del medio y terminaba por hacer de la evolución un verdadero milagro probabilista. En el desarrollo

ontogénico tiene que haber respuestas a las tensiones ambientales y en virtud de esas respuestas se modifican los fenotipos, que ya no resultan únicamente del azar.

Y lo que es fundamental, la selección natural afirma los fenotipos mejor adaptados, que luego de algunas generaciones se fijan como genotipos. El momento lamarkiano de los caracteres adquiridos se conserva pero profundamente modificado, en la "asimilación genética": "...después de la selección, el sistema genético de una población puede determinar un aspecto que previamente sólo se obtenía bajo la influencia combinada del genotipo inicial y de una presión ambiental específica" (Waddington, 8,110).

Waddington ha efectuado numerosos experimentos sobre la mosca *Drosophila* en los que se verificaron asimilaciones genéticas, tales como cambios en las papilas anales por la presión de un medio salino o el crecimiento de un tercer segmento del tórax sometiendo a la larva a vapores de éter. Nosotros daremos a conocer brevemente un caso ejemplar estudiado por Piaget en 1929, antes de la hipótesis de la asimilación genética. Los moluscos *Limnea Stagnalis*, que viven normalmente en los estanques, y tienen forma alargada, dan sin embargo una variedad de forma contraída, en las aguas agitadas de los grandes lagos de Suiza. Esta variedad existe en las condiciones especiales de estos lagos a causa de las acciones mecánicas sobre la abertura de la concha y sobre la espira, lo que ha verificado Piaget experimentalmente sometiendo a un cambio de medio a una forma poco contraída durante el desarrollo epigenético y obteniendo una forma más contraída.

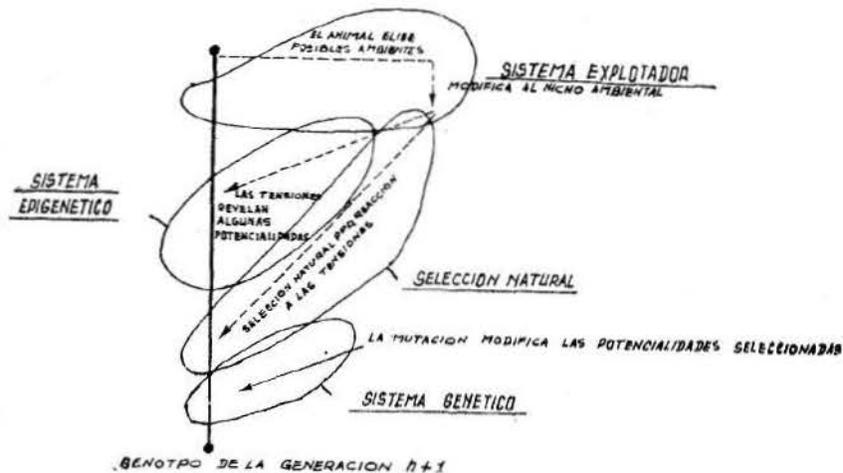
Si esa forma contraída sólo existe en un medio determinado, y dado que esa misma especie puede vivir sin problemas en otros medios, como los estanques, no puede ser cierta la hipótesis mutacionista según la cual las especies se producen al azar. Parece lógico considerarlas como un caso de "asimilación genética", es decir como fijación hereditaria de una modificación fenotípica, lo que explicaría el hecho comprobado de que la forma contraída no se presente en las más variadas condiciones y se encuentre exclusivamente en zonas de aguas agitadas.

En quinto lugar, Waddington introduce un nuevo factor evolutivo, el sistema explotador: un animal es capaz de elegir el habitat donde va a vivir e incluso en ciertos casos puede modificar el ambiente originario, construyendo nidos, por ejemplo. La selección natural no actúa en sentido único (causalidad lineal), porque el organismo logra determinar en parte las presiones que van a actuar sobre él. Este sistema relativiza la selección neodarwiniana, la conserva en el interior de una red de interacciones.

Resumiendo, Piaget considera con Waddington, la existencia de cuatro sistemas en el proceso evolutivo: a) el sistema genético (que incluye el sistema individual y el pool genético), b) el sistema epigenético, c) el sistema explotador y d), la selección natural. Cada sistema tiene su propia regulación y sostiene con los demás una interacción en la que la causa es a la vez efecto (causalidad cibernética). El sistema genético es responsable de la construcción epigenética, pero las modificaciones en el sistema epigenético actúan sobre el primero (la asimila-

ción genética de los caracteres adquiridos, que es un punto muy controvertido, funcionaría para Piaget del siguiente modo: el sistema que dirige la formación del organismo se modifica por la interacción con el medio, pero esta modificación no se transmite químicamente al genoma, sino que plantea algo así como un problema que desequilibra al genoma, que por reequilibración o solución se reorganiza y puede actuar nuevamente sobre la formación ontogenética). Por su parte, el sistema epigenético es responsable de la explotación del medio, pero depende de él, porque los fenotipos dependen en mucho de la estimulación del medio. La selección natural actúa exclusivamente sobre los resultados fenotípicos de los otros tres sistemas, y como "el ambiente brinda el desafío al que deben responder las especies vivientes mediante transformaciones adaptativas de su pool genético" (Dobzhansky, 9,123), se tiende a una reorganización del pool genético y del genoma por reequilibración luego de varias generaciones, con lo que se reinicia el ciclo evolutivo.

El siguiente cuadro expresa algunas de estas relaciones:



La situación actual de la biología abre una nueva perspectiva a la teoría evolutiva, a pesar de que tal como lo señala Nowinsky (7,886-890), ciertos sintetistas permanecen ligados al atomismo cuando sostienen que en última instancia la evolución es el resultado del juego de la selección natural y de las mutaciones, entendidas como independientes y fuera de la historia. Ya no puede afirmarse, sin embargo, la independencia de los factores ni la composición aditiva de esas

fuerzas evolutivas, hay que rescatar los conceptos fundamentales de **totalidad relacional y causalidad cibernética**. Por ellos se tiende a eliminar la pasividad del organismo o del sistema hereditario frente al medio (Lamarckismo) y la exclusividad del organismo como fuente de las variaciones hereditarias (mutacionismo).

Nos aproximamos a una solución dialéctica del problema teórico de la adaptación, proponiendo un sistema genético sometido él mismo a la evolución, a la historia y que es a la vez causa y resultado, "...es un sistema activo de respuestas y "reorganizaciones", que hace frente al medio sin sufrirlo meramente, pero que utiliza sus informaciones en lugar de ignorarlo o de imponerle su programa. Tal es la novedad que representa este *tertium* o la superación de las tesis hasta aquí antitéticas" (5,144).

#### **La continuidad y la discontinuidad entre la adaptación biológica y el conocimiento**

Dado que los mecanismos cognoscitivos existen, y dado que no puede pensarse en un organismo que se bastara a sí mismo sin aprendizaje y sin inteligencia, hay que estudiar las convergencias y las diferencias entre la vida y el conocimiento, so pena de caer en un dualismo radical. Por ello al determinar los caracteres más fundamentales de la inteligencia, Piaget parte de los procesos más fundamentales de los que deriva: es un nivel cognoscitivo que continúa los intercambios adaptativos, "...no tiene nada de un absoluto independiente, sino que es una relación entre otras, del organismo con las cosas" (5,144). En este sentido, la inteligencia es biológica, pero la comunidad de funciones entre el organismo y el conocimiento debe admitir una especialización de los mecanismos que conducen a la inteligencia, porque de lo contrario la inteligencia estaría presente en todos los niveles de la vida. Al considerar las funciones comunes es necesario establecer las funciones diferenciales propias de la inteligencia.

Todo acto inteligente es, invariablemente, una función adaptativa, aunque las estructuras elaboradas por el ejercicio de esa función sean variables; esta función es siempre un equilibrio fluctuante entre la asimilación y la acomodación.

Del mismo modo que un conejo no se transforma en zanahoria cuando come zanahorias, toda praxis, es decir toda actividad efectuada sobre el objeto, lleva a la comprensión del objeto en relación a esas acciones y no a la inversa. "La inteligencia es, en efecto, asimilación en la medida en que incorpora a sus cuadros todo dato de la experiencia", o lo que es lo mismo, "es una estructuración por incorporación de la realidad exterior a las formas debidas a la actividad del sujeto" (1,12).

Complementariamente, si el conejo se ajusta a las exigencias de las cosas porque abre la boca para introducir los alimentos o masca cuando así lo re-

quiere la estructura del alimento, también el sujeto se acomoda a los objetos exteriores porque renueva sus estructuras cognoscitivas que son inoperantes frente a una realidad imprevista.

Pero en ningún momento del desarrollo de la inteligencia ni de la vida del organismo es posible aislar los polos funcionales de la adaptación. En biología, hasta el sistema genético, que parecía totalmente autónomo, muestra acomodación a las circunstancias del medio y asimilación de esos efectos por reorganización del genoma. En el conocimiento, los esquemas o estructuras más simples se ajustan a los objetos para asimilarlos (cuando el niño aplica su esquema de aprehensión para asimilar el objeto, debe modificar la flexión de sus dedos según que el objeto sea grande o pequeño). Y recíprocamente, la acomodación sólo es posible en el proceso de asimilación (la más simple lectura perceptiva se da en el interior de la acción sensorio-motriz sobre los objetos). En otras palabras, si el objeto se enriquece por la acción del sujeto, el conocimiento se realiza sobre la interacción de la operación y del objeto, y no únicamente sobre este último.

Por una serie de intermediarios que van desde los reflejos, pasando por la percepción y los hábitos, la adaptación biológica se continúa en la inteligencia. Pero si la digestión de un alimento ingerido forma parte de un ciclo fisicoquímico, la búsqueda del alimento o su aprehensión son acciones organizadas, verdaderos esquemas; y si en el aspecto fisiológico podemos decir que la luz es un alimento para los ojos que se asimila al tejido sensible, las cosas vistas son el alimento esencial del ojo porque lo obligan al ejercicio continuo. El organismo asimila algunas cosas del medio al detalle de los mecanismos fisicoquímicos y otras le sirven como alimento funcional: **mientras la adaptación biológica es, ante todo, intercambio material y energético, la adaptación cognitiva se caracteriza por los intercambios funcionales.**

Como estos intercambios se realizan a distancias cada vez mayores en el espacio y en el tiempo, el "medio" del conocimiento se extiende indefinidamente. En esa extensión reside justamente la posibilidad de que la inteligencia alcance la reversibilidad operatoria (la inversión de una operación directa en operación inversa), forma final del equilibrio adaptativo entre la asimilación y la acomodación, y que es inaccesible en el restringido medio biológico.

El funcionamiento biológico se prolonga en la inteligencia por la **adaptación que es su aspecto exterior**, y también por la **organización que es su aspecto interior**. Toda manifestación de la vida supone una organización subyacente: la actividad de asimilar y acomodarse a un alimento es una actividad organizada llevada a cabo por un ser organizado; el genoma no es una colección de genes sino un sistema autorregulado, el desarrollo embriológico es una organización progresiva. Sucede algo análogo en la inteligencia: en el nivel práctico, los groseros movimientos de aprehensión se organizan en relación con otros esquemas, como el de visión, de modo que todo lo que se mira tiende a ser agarrado, y todo lo que se agarra tiende a ser mirado (coordinación entre los distintos esquemas de asimilación); y en el nivel operatorio, la afirmación de una clase cualquiera supone un sistema clasificatorio que le da sentido. "El acuerdo

del pensamiento con las cosas y el acuerdo del pensamiento consigo mismo expresan esta doble función invariable de la adaptación y la organización" (1,14).

¿Cuáles son las características de una organización; La fundamental es la **función de conservación**, o la invariancia del todo a través de una serie de transformaciones. En biología, la homeostasis o constancia del equilibrio interno del organismo es posible por la existencia de un mecanismo de regulación que compensa las desviaciones del medio interno que van más allá de lo tolerable; ya hemos visto como el genoma se conserva a pesar de los obstáculos que encuentra en su actividad. En el conocimiento, el principio de identidad expresa claramente la exigencia de invariantes para poder pensar en el flujo de los acontecimientos; por otra parte, la conservación de la cantidad de un líquido a pesar de encontrarse en recipientes de diferente forma (etapa del pensamiento concreto) es una proyección de las invariantes de la inteligencia sobre los objetos.

Otra característica de la organización es la **totalidad relacional de las partes**. En biología, los genes existen dentro de un sistema compuesto por sus interacciones. En psicología de la inteligencia, se ve que cuando un niño (inteligencia sensorio-motriz) intenta alcanzar un objetivo y tropieza con un obstáculo, éste sólo adquiere el significado de "objeto que hay que separar" en relación al objetivo. Se coordina el esquema de separar el obstáculo con el esquema de alcanzar el objetivo, y al hacerlo se constituye una totalidad en la cual las relaciones entre los esquemas son relaciones de reciprocidad.

Y por último, la conservación de la forma organizada se efectúa a través de la **modificación de sus contenidos**. Así como el genoma se reconstituye constantemente por metabolismo interno, manteniendo su estructura general, en la inteligencia práctica, los esquemas sensorio-motrices se generalizan para aplicarse a situaciones nuevas, y en la inteligencia operatoria, los conceptos funcionan en la acción y en ocasión de nuevos problemas, lo que asegura la renovación de sus contenidos.

Piaget se propuso situar las funciones del conocimiento en el cuadro de las funciones biológicas, pero como la continuidad desemboca en diferencias, debe señalar las principales características que separan la organización biológica de la organización inteligente. La principal consiste en que las formas organizadas de la vida y las estructuras inferiores del conocimiento (como la percepción), son inseparables de la materia que organizan (por ejemplo, si el funcionamiento del organismo cesa, la forma se destruye, es la muerte), en tanto que las operaciones hipotético-deductivas (pensamiento abstracto) dan lugar a formas lógico-matemáticas aplicables a cualquier contenido (es el caso de las matemáticas "puras", que pudiendo organizarlo todo, por el momento no organizan nada). La segunda deriva de la anterior: a causa de la indisociación de forma y contenido, las organizaciones biológicas alcanzan únicamente conservaciones limitadas (lo impiden las variaciones y la muerte); al contrario, en razón de su independencia creciente del contenido,

las formas hipotético-deductivas pueden alcanzar la conservación rigurosa y necesaria.

A raíz de que el organismo y el conocimiento logran diversos grados de equilibrio en relación con el medio y los objetos, el problema central de toda organización es el de los mecanismos de equilibrio. El modelo de estos mecanismos lo suministra para Piaget la biología contemporánea en estrecha vinculación con la cibernética: se trata de regulaciones o controles retroactivos que corrigen los errores y mantienen el equilibrio de las estructuras organizadas o en vías de organizarse.

La aplicación de la autorregulación a los procesos evolutivos tal como la efectúa Piaget, corresponde a una hipótesis que se desprende de la lógica del pensamiento biológico contemporáneo. La vemos confirmada en la afirmación explícita de Dobzhansky: "la evolución es un proceso cibernético; es una serie de retrocontroles entre el organismo y su medio; en la evolución cada cambio es condicionado por los cambios que le han precedido, así como él condiciona los cambios que le siguen" (10,64); y también aparece sostenida por Whyte cuando propone junto a la selección externa debida o la diferencia adaptativa de los organismos, una selección interna definida como "la selección de los mutantes en los niveles molecular, cromosómico y celular, de acuerdo con su compatibilidad con la coordinación interna del organismo. La restricción de los cambios evolutivos hipotéticamente posibles por la organización de los factores internos" (17, Glosario)

De acuerdo con una serie de datos científicos (que incluyen sus propias investigaciones biológicas), Piaget sostiene la hipótesis, que en gran medida es sólo una hipótesis, de la continuidad entre los mecanismos de regulación biológica (que hemos visto actuar en la reorganización del genoma, en la conexión de los sistemas evolutivos, o en la homeostasis) y las regulaciones del aprendizaje, de la percepción y de la inteligencia; y sostiene al mismo tiempo la originalidad de los mecanismos cognitivos frente a las insuficiencias de las regulaciones orgánicas, lo que significa que las regulaciones cognitivas logran formas de equilibrio inalcanzables para las regulaciones orgánicas (el logro de la reversibilidad operatoria). "Los procesos cognitivos aparecen simultáneamente como la resultante de la autorregulación orgánica de la que reflejan los mecanismos esenciales y como los órganos más diferenciados de esta regulación en el seno de las interacciones con el medio" (5,38).

También respecto de las regulaciones hay que ver entonces las analogías y diferencias. Las regulaciones en el nivel orgánico y en el comportamiento elemental son aproximadas (no alcanzan la reversibilidad) y actúan únicamente sobre los resultados de los procesos. Por ejemplo, sabemos que un embrión se desarrolla organizadamente, y si lo dividimos, en cierto nivel del desarrollo (blastómero), observamos que en vez de producirse dos mitades de embrión, se producen dos nuevos embriones que se desarrollan por completo. Los mecanismos de regulación compensan el "error", esto es la división impuesta desde afuera. En el aprendizaje por ensayo y error el resultado de

cada acción del sujeto influye positiva o negativamente sobre las siguientes, elaborándose un esquema por regulaciones sucesivas.

Por el contrario, las regulaciones operatorias tienen un control retroactivo enteramente reversible: si dos clases A (mamíferos) y no-A (no-mamíferos) se integran en la clase B (vertebrados), es decir que  $A + A' = B$ , hay un efecto retroactivo porque A se enriquece por el hecho de formar parte de B, y este efecto retroactivo es un control ya que A se conserva a pesar de integrarse en B, o sea que  $A = B - A'$ . La operación inversa ( - ) es retroactiva respecto de la operación directa ( + ), estamos frente a la reversibilidad. Lo que es aquí decisivo es la corrección de los errores por precorrección o eliminación de los errores, en vez de limitarse a los errores efectivamente ocurridos o a un control aproximativo por anticipación probabilística (en el terreno experimental no hay previsión exhaustiva, cosa que ocurre en las estructuras lógico-matemáticas).

A pesar de las diferencias, la anticipación es una función común a la materia viva y al conocimiento: la regulación, en virtud de una interacción de anticipaciones y retroacciones puede funcionar antes que el desequilibrio se produzca. La previsión que funciona en la percepción y en la inteligencia es patrimonio fundamental del conocimiento científico: se trata de verificar una hipótesis organizando la experiencia, para que los acontecimientos no queden librados al azar, y además se trata de aplicar las leyes tanto al pasado o al presente como al futuro, lo que obliga a la previsión. En biología, la preadaptación es, entre otros muchos, un caso de anticipación: cuando los primates alcanzaron la adaptación morfológica de las manos a fines del período terciario, estaban preadaptados para el uso de instrumentos, que sobrevendría más tarde en la evolución (adaptación funcional).

Según Piaget, las operaciones formales (o hipotético-deductivas) son el equilibrio final de una larga serie de regulaciones, que se inician psicológicamente con las regulaciones sensorio-motrices: "una operación es una regulación que se ha vuelto enteramente reversible porque está enteramente equilibrada" (2,56). Y como las regulaciones del sujeto advienen al equilibrio final por etapas, Piaget utiliza la noción de **equilibración** para distinguir el nivel genético, temporal, del nivel estructural del equilibrio logrado (la reversibilidad).

Lo notable, en relación con la continuidad biológica, es que esta misma distinción fue hecha por Waddington a propósito de la diferencia entre homeorresis o proceso temporal de la epigénesis y la homeostasis o equilibrio sincrónico. El sistema epigenético está constituido por el conjunto de caminos (o creodos) que necesariamente debe seguir un embrión o una parte de un embrión en su desarrollo, de modo que cuando este proceso se desvía de su trayecto por una acción perturbadora, tiende a reconstituirse por un juego de compensaciones (equilibración u homeorresis), gracias a un mecanismo de autorregulación (feed-backs o retroacciones). Tenemos que "la homeorresis hace posible la homeostasis asegurando la construcción estructural de los órganos, pero la homeostasis resulta del funcionamiento de éstos bajos nuevas interacciones (5.914):

Salvando las distancias que provienen del "medio" diferente, es posible afirmar que la génesis de la inteligencia en el niño procede por un juego de desequilibrios y reequilibraciones (serie de compensaciones activas a las perturbaciones) acercándose progresivamente a la reversibilidad operatoria "que aparece de este modo como la forma de equilibrio final de las autorregulaciones biológicas" (5.914).

Una vez que hemos establecido una serie de analogías y diferencias entre las funciones biológicas y las funciones del conocimiento, llegamos al problema de la **interpretación biológica del conocimiento**. Si las estructuras son construidas por el sujeto en un proceso de intercambio equilibrador con el medio, no pueden ser extraídas meramente de los objetos, ni tampoco pueden estar contenidas en él de antemano, en virtud de la herencia. Pero subsiste el hecho de que Piaget hace surgir las funciones de la inteligencia, tales como la adaptación (asimilación y acomodación), la organización, la regulación, anticipación y equilibración, del funcionamiento de la materia viva.

Sabemos que la organización vital regula su intercambio con el medio exterior y la genética contemporánea nos enseña que los genes transmiten la información que permite la formación de los órganos del cuerpo, pero el sistema genético como una **organización autorreguladora** o una organización que se organiza, se conserva en el curso de las generaciones. Este funcionamiento organizador hace posible la herencia y se mantiene como una constante a lo largo de la vida y del conocimiento, "...no se transmite, sino que se continúa y conserva en el curso de las transmisiones, lo que no es el equivalente de las transmisiones hereditarias, porque es la **condición de toda transmisión** (y recíprocamente, pero se puede disociar por análisis)" (5.369).

De acuerdo a lo que desarrollamos antes, las estructuras de la inteligencia no pueden ser reducidas a lo biológico porque no resultan de una simple transmisión hereditaria, como ocurre con la forma del cráneo o un instinto particular. Y si esto sucediera, carecerían de la universalidad y unicidad de las categorías apriori, a causa de su variación de especie en especie y a su fijación en el hombre por una alguna mutación favorable.

La necesidad de una estructura lógico-matemática (el **apriori estructural**), se impone progresivamente como resultado de un proceso de equilibración, está al final y no al comienzo (en el sentido kantiano). Que es así, se puede ver considerando el ejemplo de la seriación: cuando presentemos a un niño, en la etapa del pensamiento concreto, algunas regletas para que las ordene de acuerdo a su longitud, efectuará una seriación operatoria porque un elemento cualquiera E será comprendido de antemano con simultáneamente mayor que los precedentes ( $E > D, C, B, A$ ) y menor que los siguientes ( $E < F, G$ ). Al cerrarse la estructura, resulta inmediatamente que la transitividad de  $A < C$ , si  $A < B$  y  $B < C$ , se le impone al niño con necesidad. Pero esta necesidad no estaba programada hereditariamente sino que se impuso gradualmente, en oposición al carácter de condición previa, a lo largo de un proceso de construcción: antes de ser necesaria, la transitividad era solo probable y resultaba de una serie de tanteos (regulaciones semirreversibles, no operatorias).

Piaget admite un núcleo funcional que orienta desde el comienzo la construcción de las estructuras del conocimiento, es decir la **organización organizante** o mecanismo de la organización de la realidad, que es una prolongación del mecanismo de organización biológica, y puede considerarse como una invariante funcional (**apriori funcional**). No se puede concluir de las relaciones que Piaget establece entre biología y conocimiento, un reduccionismo biologista de las estructuras, ni como estructuras concientes ni como estructuras inconcientes, porque la necesidad y el rigor surgen por la construcción del sujeto a partir de las coordinaciones generales de la acción sobre los objetos. Pero se puede afirmar la **continuidad** funcional entre la vida y la razón, aunque —esto es fundamental— las formas de equilibrio (estructuras) de la razón triunfen allí donde fracasan las formas biológicas. Por ello, la definición del sujeto de las estructuras, que no es un sujeto sometido a los objetos ni al apriori estructural, testimonia claramente esta continuidad: "... el sujeto epistémico —frente a lo que sucede con el psicológico— es lo que tienen de común todos los sujetos, dado que las coordinaciones generales de las acciones conllevan un elemento universal, que es el de la organización biológica misma" (18,352).

La comprensión del sujeto epistémico no debe hacerse por el lado trascendental, que sobrepasa al mundo espacio-temporal, sino por el lado de la inmanencia de los procesos equilibrantes en el mundo natural. Una vez más, preguntarse por la posibilidad del conocimiento, significa preguntarse por la organización vital, no en el sentido de una reducción a una organización concreta, lo que equivaldría a buscar el conocimiento y la verdad en los protozoarios o en el chimpancé, sino en el sentido de la construcción de la organización.

Para pasar del funcionamiento organizador de todo organismo a la construcción lógico-matemática, hay que conectar a esta última con los procesos similares que ocurren en el nivel biológico. Los mecanismos reguladores dan lugar a un proceso adaptativo conocido como "reconstrucciones convergentes con superaciones", y que podemos expresar de modo general en la ley bio-genética: el desarrollo de los embriones recapitula o repite el pasado embrionario de especies anteriores, pero con superaciones adaptativas. Y por su parte, la construcción cognitiva da lugar a reestructuraciones cada vez más ricas y englobantes, que siempre conservan elementos de las estructuras anteriores, pero en un plano superior. Lo que puede verse en la formación del grupo de las transformaciones (INRC), de la lógica proposicional, que fusiona en un sistema único a las formas de reversibilidad propias del pensamiento concreto (la inversión de las clases y la reciprocidad de las relaciones).

El **constructivismo** epistemológico que sostiene Piaget, reemplaza el reduccionismo por la **dialéctica** —que no supera los poderes de la ciencia, sino que surge de una profundización de ésta— y que expresa las interacciones del organismo con el medio, del sujeto con el objeto. "Pero como es propio de la vida el superarse continuamente, si buscamos el secreto de la organización racional en la organización biológica, **incluyendo tales superaciones**, el método consistirá en intentar comprender al conocimiento por su propia construcción... lo que no tiene nada de absurdo ya que él es esencialmente construcción" (6,16).

## BIBLIOGRAFIA

- (1) JEAN PIAGET.  
*La Naissance de l'Intelligence dans l'Enfant*. Delachaux Niestle, Neuchatel, 1963.
- (2) JEAN PIAGET.  
*La Lecture de l'Experience*. Etudes d'Epistemologie Génétique, V, P. U. F., 1957.
- (3) JEAN PIAGET.  
*Logique et Equilibre, Etudes d'Epistemologie Génétique*, II, P. U. F., 1957.
- (4) JEAN PIAGET.  
*Autobiographie*, Cahier Wilfredo Pareto, Librairie Droz, Ginebra, 1966.
- (5) JEAN PIAGET.  
*Biologie et Connaissance*, Gallimard, Paris, 1967.
- (6) JEAN PIAGET.  
*Biología y Conocimiento*, en Revista Diógenes, Nº 54, Ed. Sudamericana, Buenos Aires.
- (7) JEAN PIAGET.  
*En Logique et Connaissance Scientifique*, La Pleyade. Ed. Gallimard, 1967.
- (8) WADDINGTON.  
*El Animal Etico*. EUDEBA, 1966.
- (9) DOBZHANSKY.  
*La Evolución, la Genética y el Hombre*. EUDEBA, 1966.
- (10) DOBZHANSKY.  
*La Evolución Creadora*, en Revista Diógenes, Nº 58.
- (11) DESCHOUX.  
*Philosophie du Savoir Scientifique*. P. U. F., 1968.
- (12) DERRIDA.  
*Las Nociones de Estructura y Génesis*, Ed. Proteo, Buenos Aires 1969.
- (13) DODSON.  
*La Evolución, Proceso y Resultado*. Ed. Omega. Barcelona, 1963.
- (14) SIMPSON.  
*El Sentido de la Evolución*, EUDEBA, 1961.
- (15) EGELS.  
*Anti-Dühring*. Ed. Grijalbo, México, 1964.
- (16) HAMILTON.  
*Process and Pattern in Evolution*, Mac Millan, N. York, 1968.
- (17) WHYTE.  
*Internal Factors in Evolution, Social Science Paperbacks*. Londres, 1965.
- (18) JEAN PIAGET Y E. W. BETH.  
*Relaciones entre la Lógica Formal y el Pensamiento Real*. Ed. Ciencia Nueva. Madrid, 1968.