

En: Jean Piaget, Adaptación Vital y Psicología de la Inteligencia. Siglo XXI Editores, México, 1989.

6. EL EQUIVALENTE COGNOSCITIVO DE LA FENOCOPIA

En esta segunda parte estudiaremos sucesivamente determinados problemas de la inteligencia, sin ocuparnos de las formas más elementales de conocimiento, como las percepciones, los hábitos, la memoria, etc. En efecto, nos ha parecido que el interés de la fenocopia consistía en que es natural en este fenómeno desempeñar una función bastante general en los mecanismos de la evolución, ya que proporciona un inicio de explicación de la adaptación al entorno, si no nos contentamos con el esquema de las variaciones *al azar* y de las selecciones *a posteriori*, que sigue siendo de una completa inverosimilitud desde el punto de vista de las probabilidades. Ahora bien, suponiendo que el proceso de la fenocopia presenta, tal como hemos tratado de interpretarlo, cierta generalidad, la cuestión que naturalmente conviene plantear, si estamos interesados en las relaciones entre la vida orgánica y el conocimiento, es la búsqueda de algún equivalente suyo en el seno de los funcionamientos cognoscitivos, ya que en este ámbito el organismo corresponde al sujeto y el entorno al conjunto de los objetos exteriores que se trata de conocer, y volvemos a encontrar de este modo un problema análogo de adaptación. Pero precisamente en la medida en que se formula la hipótesis de una cierta generalidad, es en los estadios superiores del conocimiento, es decir, en el nivel de la inteligencia, donde conviene tratar de verificarla.

Pero la comparación que vamos a esbozar puede parecer paradójica o, peor aún, desprovista de significado si nos atenemos a las ideas corrientes que han reinado durante mucho tiempo en el seno del neodarwinismo en biología y del behaviorismo en el estudio del comportamiento. En efecto, para el primero el mecanismo de la evolución es fundamentalmente endógeno, lo que no negamos, pero el entorno no desempeña más que una función esencialmente negativa: por una parte, elimina todo lo que no le conviene, lo cual admitimos también naturalmente, pero, por otra parte, no interviene para nada en el caso de adaptaciones precisas y diferenciadas, como la forma de un pez, el pico de un pájaro carpintero o de un colibrí, las callosidades de los facoceros, etc. En todos estos casos (y en realidad son coextensivos con toda la evolución), la doctrina sólo tiene una respuesta: la inagotable capacidad del azar para producir cualquier cosa, incluso esas invenciones que para nosotros son espectaculares, y de nuevo la función puramente negativa del entorno, que se limita a retener lo que se tiene a bien ofrecer en materia de variaciones preajustadas, pero esto sólo porque elimina entonces las formas menos ventajosas. Por lo tanto es este carácter pasivo de la selección y del entorno lo que constituye, por supuesto, la gran laguna de tal punto de vista, y es tan considerable que una mente tan profundamente esforzada en su lógica como la de J. Monod saca la conclusión, en un pasaje ya citado en el capítulo 1, de que la evolución no es «en absoluto una propiedad de los seres vivos» y no se basa más que en las «imperfecciones» de la conservación génica cuando ésta es perturbada por el azar. En una palabra, para tales interpretaciones nada se debe al entorno, sino a una capacidad de filtro, y todo es endógeno

en la producción de las variaciones, pero con la imperativa condición de enriquecer la conservación génica con una sumisión indefinida a los ilimitados caprichos del azar.

Volviendo ahora a lo que ha sido durante mucho tiempo la doctrina oficial del comportamiento, encontramos un panorama completamente invertido: en la medida en que el sujeto (por lo tanto el organismo en su comportamiento) adquiere cierto conocimiento, ya se trate del “saber hacer” propio de un aprendizaje sensorio-motor de las formas más elevadas de la intelección, siempre es porque ha conseguido registrar algo observable extraído de los objetos, constituyendo de este modo el entorno exterior la única fuente posible del progreso cognoscitivo: en efecto, a todo estímulo externo corresponde una “respuesta” del sujeto, pero definida por Hull en términos de «copia funcional» de la situación exterior. Dicho de otro modo, en esta segunda perspectiva el entorno es todopoderoso y por así decirlo activo en un sentido esencialmente positivo, mientras que el sujeto sigue siendo pasivo en cuanto, puro receptor. Incluso cuando las palomas de Skinner aprietan una palanca, este inicio de acción sobre el entorno no tiene como resultado más que descubrir sus propiedades para experimentar luego sus variaciones en forma de refuerzos exteriores de diferentes valores.

Se sobreentiende, incluso si se experimenta cierta sorpresa al ver en qué medida los partidarios de cada una de estas dos doctrinas oficiales se ocupan poco de lo que la otra afirma, que no son lógicamente contradictorias entre sí, ya que el neodarwinismo sólo se ocupa de la herencia genotípica y el behaviorismo de reacciones que siguen siendo esencialmente fenotípicas, y por lo tanto no hereditarias. Si unos y otros tuvieran razón, equivaldría esto a afirmar, pues, que el entorno desempeña una función puramente negativa en el plano del genotipo y esencialmente positiva en el del fenotipo, lo cual no tendría nada de molesto si no existieran relaciones entre estos dos planos. Pero si, en el caso de una afortunada eventualidad para nosotros, presentara el proceso de la fenocopia cierta generalidad, este hecho llevaría a poner en cuestión seriamente, por el contrario, la validez de estas hipótesis clásicas.

Tratemos, pues, de indicar desde el comienzo en qué nos parecen erróneas una y otra, en lo que respecta a la función del entorno: en los dos casos de las variaciones genotípicas y de los comportamientos o conocimientos, hay que buscar el factor primordial, no en las acciones negativas (pura selección) o positivas (esquema estímulo-respuesta o ER) de ese entorno, sino en las acciones que el organismo o el sujeto ejercen sobre ese entorno, y esto gracias a iniciativas esencialmente endógenas. Dicho de otro modo, si nuestra interpretación de la fenocopia tuviera alguna probabilidad de ser válida, permitiría dar esta respuesta común a las dos doctrinas clásicas del neodarwinismo y del behaviorismo: el entorno desempeña un papel funda: mental en todos los niveles, pero a título de objeto de conquista, y no de causalidad formadora, habiéndose de buscar ésta, y de nuevo en todas las escalas, en las actividades, endógenas del organismo y del sujeto, que seguirían siendo conservadores e Incapaces de invención (como los *Lingula*, que no han evolucionado desde el paleozoico o como ciertas sociedades o ciertos adultos humanos) sin los múltiples problemas que el entorno o el mundo exterior plantean, pero a los que pueden responder mediante ensayos y exploraciones de todas clases, desde el

plano elemental de las mutaciones al plano superior de las teorías científicas, con la condición, sin embargo, de no contar sólo con el azar, divinizado por tantos biólogos, y someterse a regulaciones.

Desde tal punto de vista, se hace entonces aceptable e incluso bastante probable una cierta generalidad del proceso de la fenocopia: simplemente significaría que esta conquista del entorno, que por otra parte puede considerarse como una extensión de la tendencia vital fundamental a la asimilación, se inicia normalmente mediante simples ensayos de acomodación fenotípica o de conocimiento empírico, pero, en virtud de exigencias internas de equilibración, alcanza formas de asimilación más sólidas. Estas se reparten entonces entre todos los niveles, a partir de la «asimilación genética», si recogemos el término de Waddington para designar la consolidación mediante selección orgánica de las mutaciones, o de la «copia» (dicho de otro modo, de la reconstrucción, si se admite nuestra interpretación de la fenocopia) de los fenotipos bien adaptados hasta las asimilaciones cognoscitivas de todos los niveles, incluyendo los del pensamiento científico.

II

Pero para buscar equivalentes de la fenocopia en el plano de la inteligencia, es preciso que antes nos extendamos sobre ciertas generalizaciones previas y sobre su legitimidad, que implicaría naturalmente una ampliación de las definiciones. De ahora en adelante denominaremos «fenocopia en sentido amplio,» al reemplazo de una formación exógena (fenotípica o cognoscitiva, en los dos casos debida a una acción del entorno o de la experiencia de los objetos por una formación endógena debida a las actividades del organismo o del sujeto. Ahora bien, en este punto hay que efectuar una generalización. En el caso de la fenocopia biológica, esta formación endógena que reemplaza a la simple adaptación consiste en un nuevo genotipo, y por lo tanto en una forma que se elabora en el genoma, capaz de una transmisión hereditaria. Por el contrario, en lo que respecta a la inteligencia, sólo entenderemos por «endógenas» las estructuras elaboradas gracias a las regulaciones y a las operaciones del sujeto. No obstante, el término endógeno parece legítimo por el hecho de que estas estructuras no se sacan de los objetos, sino que dependen de una actividad lógico-matemática interna que surge de la coordinación de las acciones del sujeto: estas estructuras se añaden entonces, sirviéndoles de marco asimilador, a las propiedades del objeto, pero sin haberse extraído de él. Además, a partir de un cierto nivel que caracteriza a la lógica y a las matemáticas denominadas precisamente «puras», estas estructuras endógenas no enmarcan ya objetos (sino «objetos cualesquiera») y funcionan deductivamente de forma exclusivamente normal, lo que confirma retroactivamente su carácter endógeno.

Esta extensión del término «endógeno» se hace necesaria por dos tipos de consideraciones, por otra parte las dos de naturaleza biológica. La primera es que las estructuras de la inteligencia no son innatas y sólo se imponen como necesarias al final de una larga construcción. Ciertamente hay un factor hereditario en el funcionamiento del intelecto, en el sentido de que nunca se ha podido elevar el grado de inteligencia de un

individuo, incluso aunque fuera medio o débil. Por el contrario, las estructuras en cuanto tales, como las relaciones lógicas generales de transitividad o de distributividad, o las estructuras de grupo o de retículo (combinatoria), sólo se adquieren en el curso de una larga epigénesis en que los factores de actividad y de ejercicio desempeñan una función con tanta importancia como la maduración de las coordinaciones nerviosas. Pero, en segundo lugar, si se nos permite considerar las estructuras lógico-matemáticas como endógenas, es porque son construidas por el sujeto que las extrae de las formas generales de coordinaciones de sus acciones, y porque estas mismas coordinaciones se basan en las coordinaciones nerviosas que se derivan en último término de las coordinaciones orgánicas. En otros términos, si estas estructuras no son propiamente hereditarias, constituyen no obstante una prolongación de las regulaciones orgánicas. Además, si dan lugar a una epigénesis, suponen por lo tanto interacciones con lo exterior, reemplazándolas precisamente poco a poco por un funcionamiento puramente interno, en el nivel en que el formalismo y la axiomatización no dependen ya para nada de los objetos.

III A

Quedando entendido, pues, que, de ahora en adelante, el término «exógeno» significará, en lo que respecta a un conocimiento, el hecho de ser extraído de la experiencia física, y el término «endógeno» el ser debido a una construcción lógico-matemática, vamos a proceder del modo siguiente para tratar de encontrar en el terreno cognoscitivo lo que corresponde a las fenocopias en cuanto reemplazos de lo exógeno por lo endógeno: partiremos de los niveles superiores para examinar en ellos las relaciones entre la deducción y la experiencia y volveremos a bajar para recordar el estado de este problema en cuanto a la formación de la causalidad y de las diferentes formas de abstracción en los niveles elementales. Habiendo establecido estas analogías globales entre las situaciones coercitivas y las de la fenocopia, trataremos de hacer ver en qué medida las relaciones entre los factores exógenos y endógenos que caracterizan el desarrollo de los conocimientos son comparables, y en muchos casos isomorfas hasta en el detalle con las relaciones entre fenotipos y genotipos que hemos recordado en la primera parte de este ensayo.

Por lo que respecta a la general necesidad de reemplazo de lo exógeno por lo endógeno, toda la historia de la física es un tema de asombro. Todo el mundo admite que el objetivo de esta disciplina es el conocimiento del mundo exterior o material, por lo tanto con una lectura y una determinación tan precisas como sea posible de los hechos de la experiencia. Se trata, pues, en el sentido más específico del término, de lo que denominábamos hace un momento la conquista del objeto, prolongando en un sentido la tendencia de toda la vida orgánica a una conquista del entorno. Ahora bien, ya Arquímedes, uno de los pocos griegos que se dedicó a hacer experiencias, presentaba su estática en forma de tratado axiomático. Ciertamente se puede ver en este caso la simple imitación de los hábitos de los geómetras, que tenían la obligación, en cuanto matemáticos, de proceder de ese modo, y que, además, creían describir figuras y seres que existían fuera de nosotros. Pero en los físicos contemporáneos, que saben por el contrario

que una formalización no exige ninguna obligación intuitiva y que un conjunto de axiomas puede ser escogido libremente con tal de que posea las condiciones necesarias y suficientes de una demostración, encontramos el mismo interés por la axiomatización: examinando un «modelo», que se supone condensa la teoría de un conjunto cualquiera de fenómenos cuyos detalles no se conocen más que gracias a un número considerable de finas experiencias (que atañen por ejemplo a la temperatura y al calor), no sólo encontramos, con sorpresa, definiciones, axiomas, deducciones en forma de teoremas, como si el físico se esforzara, con sentimiento de culpabilidad, en esconder lo que se debe a la experimentación y en hacer creer con una cierta hipocresía que todo lo ha deducido. Por supuesto, ante todo tenemos aquí la prueba de que, contradiciendo las nunca observadas prescripciones del positivismo, la física no se limita a «describir» o a «prever», y también trata constantemente de comprender y de explicar. Pero ¿por qué entonces la explicación de los objetos y de sus leyes equivaldría a su sustitución por entes de razón y por qué razonar sobre ellos como si se tratara de matemáticas puras? Dicho de otro modo, ¿por qué, cuando se trata de conocimientos en los que todos reconocen una fuente exógena, se los trata como si fueran puramente endógenos?

III B

La situación se aclara cuando se compara, al modo de Lichnerowicz, la física teórica con lo que él denomina «física matemática», en la cual es uno de los mejores especialistas actuales. La física teórica considera los principios y las leyes verificados por la experiencia y se propone justificarlos deductivamente, precisamente mediante «modelos» como los que se acaba de recordar. Por el contrario, la física matemática es, para Lichnerowicz, una rama de las mismas matemáticas y, como éstas siempre han hecho cuando la física les planteaba un problema (de teoría de funciones o de geometría, etc.), trata entonces no de deducir una verdad dada, sino de reconstruirla en su totalidad o, dicho de un modo más preciso, de reconstituir, mediante una construcción exclusivamente matemática, el conjunto de los posibles, de los que aparecerá como una de las consecuencias necesarias a título de caso particular.

En una situación de esta clase, se comprende entonces la sustitución de lo exógeno por lo endógeno, y las analogías que presenta con los procesos de fenocopia. En primer lugar, y esto es lo esencial, este recurso a la reconstrucción endógena permite introducir una necesidad lógica, y por tanto intrínseca, en el seno de un sistema de relaciones que sólo era localmente coherente. Ahora bien, existe desde el comienzo una analogía con la fenocopia, cuando los caracteres (denominados x' , y' , etc., en el cap. 5) ya no son simplemente los productos de interacciones entre el entorno y los mecanismos sintéticos y son reemplazados por sus equivalentes, sino que se deben de ahora en adelante sólo a las síntesis en la medida en que están dirigidas por la programación génica: así pues, en este caso hay un paso de la contingencia (entorno X epigénesis) a una determinación interna de carácter más necesario, como se puede afirmar del paso del conocimiento exógeno a una reconstrucción que lo «copia» en un cierto sentido. Pero, en segundo lugar, esta «copia» (que en ninguno de los dos casos es por lo tanto tal, sino más bien una

reconstrucción) se debe a una misma transposición en lo que atañe a las funciones sucesivas del entorno u objeto exteriores: en el caso de la fenocopia, los caracteres x , y , z del entorno desempeñan en el nivel del fenotipo una función causal directa imponiendo a la epigénesis las modificaciones x , etcétera: pero en el momento de la formación del genotipo correspondiente, los caracteres externos x , y , z ya sólo constituyen un marco, junto con las propiedades modificadas del entorno interior, y este marco no desempeña, en relación con esta formación, más que una función selectiva que elimina las mutaciones que no son adecuadas y retiene las demás. Ahora bien, en el caso de la construcción propia de la física matemática encontramos algo análogo: por más que el matemático construya su teoría libremente, sabe que tiene como objetivo la reconstitución deductiva de leyes o principios que por otra parte están impuestos de modo experimental, y si opta por ocuparse de ellos, es por problemas que se le han planteado, y por lo tanto por una selección de intereses que determina un marco a sus investigaciones, pero sin una acción causal sobre el mecanismo de sus deducciones. En tercer lugar, si la teleonomía general de este recurso a lo endógeno es la búsqueda de la necesidad, las razones causales que determinan el detalle de las construcciones deben investigarse, tanto en el plano cognoscitivo como en el de la fenocopia biológica, en los desequilibrios locales que subsisten antes de la solución final: es así como las deltas de Dirac han dado lugar, en el terreno de la física, a una elaboración matemática que aún no era satisfactoria antes de que el matemático Schwartz extrajera de ella su elegante teoría de las distribuciones.

IV

Pero si a pesar de estas tres clases de analogías generales, se encuentra artificial esta comparación de las fenocopias, en cuanto reemplazo de las construcciones fenotípicas por las construcciones más sólidas que dependen de los genotipos, con las sustituciones cognoscitivas por construcciones endógenas de las constataciones exógenas, sin duda alguna la correspondencia tendrá una apariencia más convincente si recordamos ahora que, en todas las etapas de la historia de la física y en todos los niveles de la psicogénesis, la causalidad, en sus formas más generales, consiste siempre en atribuir a los objetos modalidades de acción sobre el modelo de nuestras propias operaciones o de nuestras propias estructuras lógico-matemáticas. De este modo es como desde comienzos de este siglo parecen explicarse un número impresionante de fenómenos, desde la microfísica hasta la relatividad general, pasando por la teoría de los cristales, etc., en la medida en que se les confiere una estructura matemática de «grupo», no porque ésta sea considerada por el físico como un lenguaje cómodo que permita describir mejor los hechos, sino en la medida en que expresa las transformaciones reales que se deben a la acción de objetos concebidos como operadores. En otras ocasiones, son las estructuras de orden, o las acciones probabilísticas, etcétera, las que se atribuyen a los objetos, pero el principio general de la explicación causal sigue siendo que los sistemas constituidos por los hechos observables y las leyes, registrados de una forma exógena, son sustituidos por sistemas inferenciales, cuya estructura es la de operaciones del sujeto, y cuya elaboración es así, pues, endógena: su atribución a los objetos significa por lo tanto que las relaciones legales simplemente constatadas hasta ese momento pueden en esta segunda fase deducirse a título de composiciones necesarias de la estructura operatoria invocada. En

consecuencia, hay aquí de nuevo, y en una escala muy amplia, un reemplazo progresivo de los conocimientos exógenos por la construcción endógena (y cuando el reemplazo no es completo puede llegar a serlo, como sucede en cada progreso de la física matemática).

Ahora bien, hasta en los niveles elementales de la psicogénesis encontramos esta constitución de la causalidad mediante atribución a los objetos de las operaciones del sujeto. Es así como en los problemas de transmisión del movimiento a través de intermediarios inmóviles, los sujetos de 7-8 años inventan una solución que apenas se encuentra antes de esa edad: se trata de que un «impulso» comunicado por el móvil activo ha «atravesado» al intermediario para alcanzar y propulsar por el otro lado al móvil pasivo. Ahora bien, esta explicación causal que viene a reemplazar (en sentido propio) a la interpretación fundada únicamente en la lectura de los hechos (simples sucesiones de movimientos a distancia, etc.) aparece en este nivel porque es en él donde se construye la transitividad ($A \rightarrow B, B \rightarrow C$, luego $A \rightarrow C$), que no se comprende hasta ese momento: en este caso la transitividad se «atribuye» a los tres objetos, el segundo de los cuales, que sirve de intermediario, es, en este ejemplo, «atravesado por el impulso», y se convierte por lo tanto en un operador de transmisión.

Igualmente se observan múltiples atribuciones de otras operaciones: operaciones aditivas, caso en que está incluida la conservación de la suma de los granos invisibles de un trozo de azúcar disuelto; distributividad, en el caso del reparto homogéneo de los segmentos de un hilo elástico; reciprocidades coordinadas con las inversiones en el caso de los fenómenos de acción A y de reacción R, que se comprenden hacia los 11-12 años solamente, por el carácter tardío de esta coordinación ($\pm A \leftrightarrow \pm R$, donde + y - son inversiones y \leftrightarrow el símbolo de una reciprocidad operatoria), etc.

El lógico L. Apostel, en unas interesantes observaciones sobre la noción de explicación o la explicación causal en general¹, sostiene que, se diga lo que se diga, sigue habiendo una parte de verdad en la interpretación positiva de acuerdo con la cual la explicación se reduce a una descripción: en efecto, en determinados aspectos, afirma Apostel, un modelo explicativo sólo es una especie de «copia» (p. 207), y cuando se consigue encontrar parecidos entre un hecho nuevo y fenómenos ya conocidos, este parecido por sí solo da ya una impresión de comprensión. Pero Apostel precisa que no se capta su razón, ya que una mayor generalidad no constituye un progreso en la inteligibilidad, y concluye con pesimismo que la razón de la inteligibilidad quizás no nos es inteligible. Ahora bien, antes de estas resoluciones un poco derrotistas, Apostel discute nuestra sugerencia de considerar la explicación causal como el resultado de la atribución de nuestras operaciones a los objetos. Pero no ve en ello una solución suficiente del problema, porque, como nos objetan ingeniosamente, decir que las acciones o interacciones de los objetos son asimilables a nuestras operaciones es buscar de nuevo parecidos (o una «copia») entre los hechos que hay que explicar y los que nos son familiares o accesibles a nuestras reconstrucciones: ahora bien, no se ve por qué un parecido entre los objetos y

¹ En *L'explication dans les sciences*, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Paris, Flammarion, 1973, cap. 12, páginas 207-14.

ciertas características del sujeto sería más explicativo que un parecido entre dos categorías de objetos.

Estas penetrantes observaciones nos permiten precisar al tiempo en qué medida la asimilación a un modelo operatorio es más explicativa que cualquier parecido entre dos conjuntos de fenómenos, y en qué medida es explicativa esta «copia» por las operaciones, precisamente porque es más una «copia» e introduce un reemplazo o implica una reconstrucción, como sucede, en el plano biológico, con toda fenocopia. En efecto, antes de la explicación causal, el fenómeno que hay que explicar sólo consiste en un conjunto de hechos y de relaciones o leyes, simplemente constatados y en ciertos casos generalizados, pero por generalizaciones de naturaleza extensional y no productora de estructuras. En otros términos, no se trata, en el caso de estas inducciones (paso de «algunas» constataciones al «todo» anticipado pero aún no demostrado), más que de conocimientos exógenos o que tienen su origen en ellos. Comparar en una situación así este sistema de observables a otro conjunto de observables de la misma condición naturalmente no es explicar nada. Por el contrario, asimilar estos mismos hechos a una estructura operatoria que, en este segundo caso, les es atribuida, es explicarlos en la medida en que las operaciones en cuestión mantienen entre sí relaciones de necesidad y, en particular, cuando el sujeto puede hacer que intervenga (por lo menos implícitamente) una estructura, como por ejemplo un grupo de transformaciones (cf. el grupo de cuaternidad que explica las relaciones de acción y de reacción). Una estructura de esta clase conlleva sus leyes de composición y su clausura, y es entonces explicativa, en la medida en que combina de forma necesaria producciones y conservaciones, lo que es propio tanto de la causalidad como de las construcciones operatorias. Por nuestra parte, nos negamos, pues, a considerar la inteligibilidad como algo incomprendible, porque si bien es evidente que no puede ser absoluta y sólo conoce el más o el menos, toda estructuración adecuada conlleva un progreso en la inteligibilidad porque opone a los conocimientos simplemente exógenos, y por lo tanto empíricos, una construcción endógena, y por lo tanto necesaria en cuanto lógico-matemática, y porque el universo lógico-matemático engendrado por las actividades del sujeto se encuentra abierto al mundo de los posibles y a las diferentes formas de infinitos, cosa en la que supera la naturaleza de los objetos físicos por lo menos en dos fronteras capitales.

Dicho esto, este carácter explicativo propio de los modelos operatorios ilustra entonces de la manera más evidente la analogía entre el reemplazo de lo exógeno por lo endógeno, en lo cual consiste esta supuesta «copia» de lo real que hay que explicar mediante el modelo interpretativo, y los reemplazos del fenotipo por un genotipo que reconstruya caracteres parecidos, en todo proceso biológico de fenocopia. En efecto, por una parte los conocimientos exógenos de salida son comparables como ya se ha visto, a reacciones fenotípicas, en la medida en que son impuestos desde el exterior, mientras que la reconstrucción endógena final introduce un factor de necesidad que corresponde, pero superándola², a la mayor solidez que caracteriza a las variaciones genotípicas en la

² Porque la necesidad propia del *a priori* supera con mucho el carácter innato, tanto más cuanto que para nosotros la necesidad o el *a priori* caracterizan el término o la clausura final de una

medida en que entrañan una transmisión hereditaria. Pero sobre todo, por otra parte, hay en los dos casos reemplazo y reconstrucción, ya que por mucho que los hechos y las leyes, constatados o registrados, durante la fase exógena final sean integrados en una forma que parezca inalterable en el modelo explicativo endógeno y final, esto no equivale en absoluto a que sean constatados o deducidos. Por ejemplo, hace años que hemos observado con B. Inhelder que, en los problemas de conservación, como el de la invariancia de la cantidad de materia y del peso, cuando se transforma una bola de pasta para modelar en un rollo, los mismos hechos o leyes se modifican profundamente de acuerdo con que sean simplemente descritos o que lleguen a ser deducidos. Por otra parte, en el primer caso, comienzan por no ser anticipados (previsiones de no conservación); después pueden ser previstos por las pequeñas transformaciones o constatados mediante mediciones en la balanza, pero en la medida en que no hay comprensión de sus razones, sólo presentan caracteres de simple probabilidad, de contingencia y de no generalidad. Cuando hay deducción operatoria, por el contrario, en virtud de tres argumentos que volvemos a encontrar constantemente («no se ha quitado ni añadido nada», «se puede volver a hacer la misma bola con el rollo», y «lo que se ha ganado en longitud se ha perdido en espesor o anchura», siendo por otra parte construida esta compensación antes de cualquier medición o verificación), el sujeto encuentra tan necesaria y evidente la conservación que a veces resulta verdaderamente extrañado de que se le planteen cuestiones tan fáciles e «infantiles», cuando hubiera respondido lo contrario un año antes. Los datos psicogenéticos de esta clase nos parece que muestran mejor que cualquier otro ejemplo la oposición esencial y a menudo rápida que se establece entre la fase exógena y la reconstitución endógena de los mismos conocimientos.

7. LAS RELACIONES ENTRE LAS FUENTES EXOGENAS Y ENDÓGENAS EN EL DESARROLLO DE LOS CONOCIMIENTOS

Si es válido lo que antecede, la elaboración de cada explicación causal o física parece constituir, pues, un equivalente cognoscitivo de las fenocopias biológicas, con la reserva ciertamente fundamental de que si los procesos exógenos son de la misma naturaleza en los dos casos (acciones del entorno o de los objetos), por el contrario los procesos endógenos tienen su origen en el genoma en la fenocopia biológica pero solamente en las autorregulaciones internas del sujeto en el caso de los equivalentes cognoscitivos de la fenocopia. Ciertamente, estas autorregulaciones tienen un origen esencialmente orgánico, pero sin que los desequilibrios cognoscitivos hayan de ser señalados hasta el nivel del genoma para que den lugar a una reequilibración estable, y por lo tanto sin caracteres de transmisión hereditaria. En este punto conviene examinar lo que son estos mecanismos formadores, en el plano cognoscitivo, y para ello recordar en primer lugar lo que sabemos de los procesos de abstracción que son el origen de los conocimientos exógenos y endógenos.

I A

Todo conocimiento nuevo supone una abstracción, porque, a pesar de la reorganización que entraña, nunca constituye un comienzo absoluto, sino que extrae sus elementos de alguna realidad interior. Entonces se pueden distinguir dos clases de "abstracciones según sus fuentes exógenas o endógenas, y es interesante que tratemos de comparar sus relaciones con las que existen entre un fenotipo y un genotipo.

Antes que nada, existe un tipo de abstracción que denominaremos «empírica» (al ser el término de «simple», empleado en anteriores publicaciones, un eufemismo exagerado, como veremos por lo que sigue) porque extrae su información de los objetos mismos, como en el caso en que un sujeto de cualquier edad, al sopesar un sólido, retiene sólo de los resultados de esta acción el peso del objeto, despreciando su color, sus dimensiones, etc. Pero, además de esta primera forma, que corresponde en general a lo que se denomina «abstracción» cuando no se precisan sus condiciones, existe una segunda, que es fundamental, porque abarca todos los casos de abstracciones lógico-matemáticas: la denominaremos «abstracción reflexiva» porque se extrae no de los objetos, sino de las coordinaciones de acciones (u operaciones), y por lo tanto de las propias actividades del sujeto, que es algo completamente diferente y conlleva una fuente endógena, lo cual nos interesa en este momento. La designamos con este nombre por dos razones complementarias, que se basan las dos en que se trata del sujeto y no ya de objetos.

En primer lugar, es reflexiva en un sentido de proyección física o geométrica, es decir, supone siempre un «proceso de reflexión» en un plano superior de lo que se toma de un plano inferior: por ejemplo, en el nivel de los 2-3 años el proceso de reflexión de una acción en representación, cuando hay interiorización de la primera, o también, en el nivel del pensamiento matemático, la tematización de una operación que se convierte en objeto de pensamiento reflexivo después de haber servido sólo de instrumento de construcción. Pero, en segundo lugar, esta abstracción «reflexiva» entraña además una «reflexión» en el sentido de una reorganización mental, y esto de un modo necesario, por el "hecho de que el «proceso de reflexión» aboca a un plano superior en el que se trata ante todo de reconstruir lo que se ha abstraído del plano inferior, a fin de ajustarlo a la estructura de este plano superior: así es como el proceso de reflexión de un conjunto de desplazamientos sucesivos en su representación hace necesaria su reorganización en un conjunto que conlleve la evocación simultánea de las diferentes partes del trayecto que hay que recorrer, etc.

Ahora bien, la evolución de estas dos formas de abstracciones es bastante diferente en el curso del desarrollo. En primer lugar hay que observar que la abstracción empírica no interviene sólo por sí misma en ningún nivel; en efecto, para extraer cualquier información de un objeto, e incluso si no se extrae más que de ese objeto, es indispensable utilizar aparatos de asimilación, que son entonces de naturaleza

matemática: una puesta en relación, una o varias clases (o «esquemas» de acción si se trata del nivel sensorio-motor, pero éstas son ya clases de conceptos prácticos), correspondencias, funciones, identidades, equivalencias o diferencias, etc., en suma todo un conjunto de instrumentos necesarios para la misma «lectura» de la experiencia, independientemente de las restantes interpretaciones que seguirán. Ahora bien, es evidente que estos instrumentos de registro, que hacen posible una abstracción empírica no son extraídos del objeto, ya que constituyen las condiciones previas de su conocimiento: por lo tanto se deben a actividades del sujeto y, como tales, tienen su origen en abstracciones reflexivas anteriores incluso si, insistamos, la abstracción empírica que hacen posible no extrae después sus productos más que del objeto.

Ahora bien, si esto sucede ya en los niveles psicogenéticos elementales, sucede tanto más cuanto nos acercamos a los niveles científicos superiores. En la física moderna, una experiencia bien hecha supone un mundo de condiciones lógico-matemáticas previas: en el planteamiento del problema, es decir, de la cuestión a la que la naturaleza tiene que responder sí o no, en la construcción de los aparatos, en las mediciones en función de un sistema de unidades, y finalmente en el enunciado del -resultado en lenguaje lógico-matemático, independientemente de las interpretaciones y de los modelos que se den luego. De esto se deduce que en realidad el dato, en la medida en que es proporcionado por la experiencia en cuestión, constituye una propiedad de los objetos que se alcanza en este sentido, mediante una abstracción empírica. Pero sólo lo es en su contenido, presenta desde el principio una «forma» lógico-matemática. Lo cual sucedía ya desde un comienzo, excepto que en los niveles primitivos esta forma tiene una gran simplicidad; pero sigue siendo notable que este carácter se acentúe con el progreso de la inteligencia, sin que la misma ciencia alcance nunca el contenido empírico en su estado «puro», lo cual equivaldría a decir «sin forma».

Antes de pasar a la abstracción reflexiva, mostremos en primer lugar en qué medida estas interpretaciones, que en una palabra equivalen a sostener que no hay conocimientos exógenos, sino captados a título de contenidos a graves de las formas de origen endógeno, son paralelas a lo que hemos dicho de las variaciones fenotípicas en los capítulos 2 y 5: no hay fenotipo posible si no es en función de un genotipo, y una acción del entorno sólo es aceptable en interacción con las síntesis epigenéticas regidas por el genoma. Si se reemplaza la palabra «entorno» por la de «experiencia (empírica)» y el término de «síntesis» por el de «formas endógenas», la correspondencia es asombrosa, excepto en el punto esencial, sobre el que volveremos, de que los instrumentos de la asimilación cognoscitiva no llegan hasta el genoma y son dirigidos por las regulaciones propias de la epigénesis. Pero más adelante precisaremos en qué consiste esta única oposición en el funcionamiento general de los mecanismos.

IB

En cuanto a la abstracción reflexiva, su gran diferencia con la precedente es que, con su desarrollo, alcanza finalmente un estado «puro», ya que es la única que sostiene y anima el inmenso edificio de las construcciones lógico-matemáticas. Su creciente poder

se manifiesta en particular en la elaboración continua de nuevas operaciones que se montan «sobre» las precedentes (como las proporciones en cuanto relaciones de relaciones, etc.), lo cual entraña una ilimitada fecundidad.

Pero, en una reciprocidad parcial con la abstracción empírica, que tiene necesidad de ella para funcionar, la abstracción reflexiva en sus formas elementales sólo es accesible al sujeto encarnada en objetos. Sólo que esta encarnación no significa naturalmente que se vaya a montar sobre caracteres que los objetos posean independientemente del sujeto (como su peso o su tamaño): por el contrario, sólo se trata de caracteres momentáneamente introducidos por el sujeto en estos objetos, como su ordenación en filas o en columnas y la comprobación de que no varían por ello las correspondencias. Hablaremos en ese caso de «abstracciones seudoempíricas», ya que hay lectura de los objetos, pero lectura de propiedades que se deben a las acciones del sujeto (fig. 6), y esta forma inicial de la abstracción reflexiva desempeña una función psicogenética fundamental en todos los aprendizajes lógico-matemáticos, en la medida en que el sujeto tiene necesidad de manipulaciones concretas para comprender ciertas estructuras que si no resultan demasiado «abstractas». Acabamos de ver, por el contrario, que en sus formas superiores la abstracción reflexiva puede liberarse de toda relación con objetos materiales: en ese caso da lugar a lo que denominaremos «abstracciones reflexivas», producto de la actividad reflexiva, y a un «pensamiento reflexivo» como el que anima a toda formalización.

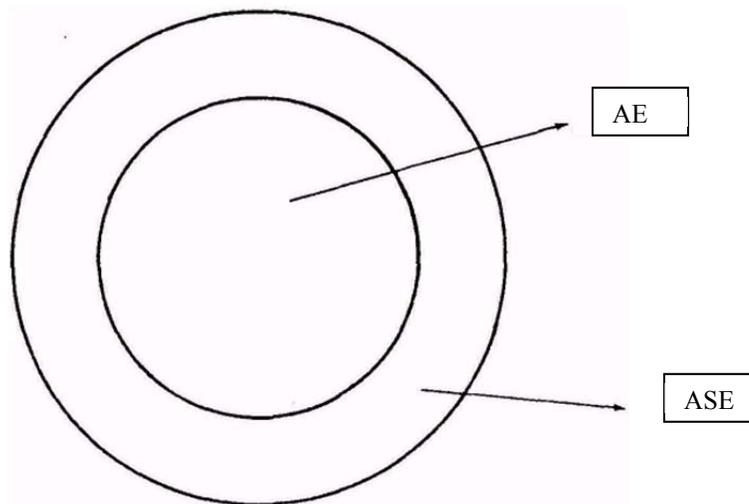


Fig. 6.
Círculo interior: caracteres del objeto.

- *Anillo:* caracteres debidos a la acción del sujeto, que hay que añadir momentáneamente a los del objeto o. que sirven de forma permanente de marco asimilador para la lectura de sus propiedades.
- AE: abstracción empírica.
- ASE: abstracción seudoempírica.

Siendo así podemos comprobar ahora que, si el mecanismo de las abstracciones empíricas recuerda mucho *mutatis mutandis* al de las variaciones fenotípicas, la abstracción reflexiva evoca por su parte la naturaleza de los genotipos, en la medida en que es una construcción endógena. En particular, esto sucede en los niveles elementales de la «abstracción pseudoempírica», en que la actividad endógena encarna sus productos en objetos como todo genotipo en sus fenotipos. Pero sigue habiendo dos grandes diferencias entre esta actividad cognoscitiva, origen endógeno de «formas» cada vez más depuradas, y el mecanismo formador de los genotipos. La primera, ya indicada, es que la construcción de estas estructuras superiores, que son las más estables, no requiere, por lo menos en sus detalles, programas debidos al genoma: dicho de otro modo, depende de autorregulaciones cuyo origen es seguramente biológico, pero sin un recurso directo al carácter hereditario. La segunda, que es correlativa con ésta, es que la abstracción reflexiva acaba por funcionar en un estado «puro», mientras que un genotipo puro en cuanto que no encarnado en ningún fenotipo no es más que una abstracción teórica e, incluso en el laboratorio, una cepa denominada «pura» siempre está formada por individuos que dependen en parte del entorno en el cual se ha desarrollado su epigénesis.

II A

Ha llegado, pues, el momento de comparar la epigénesis orgánica y la de las funciones cognoscitivas, de manera que se establezca hasta qué punto las diferencias que se acaban de mostrar conservan por naturaleza los mismos mecanismos generales de formación, en particular en cuanto a las correspondencias entre las fenocopias orgánicas y las fenocopias cognoscitivas, o si el hecho de tener que limitar el campo de estas últimas modifica más o menos profundamente los procesos de construcción en los ámbitos en que sólo intervienen las abstracciones reflexivas.

Más concretamente, el problema es el siguiente. La fenocopia es un mecanismo que, estrictamente, sólo interviene en las situaciones en que un nuevo entorno exterior exige nuevas adaptaciones y constituye, por lo tanto, en el plano orgánico, el caso más típico de una equilibración entre el organismo y una modificación del entorno: desde nuestra perspectiva, representa incluso el único caso en que se comprende, por poco que sea, el mecanismo causal en cuestión, si se considera sólo como verbal y abstracto, en el sentido de «suprahistórico», el esquema clásico del azar y de la selección *a posteriori*. La fenocopia concebida de este modo, podría o habría podido intervenir en cada situación evolutiva en que es exigida una nueva adaptación por un nuevo entorno, lo que de hecho abarca la totalidad de las transformaciones «normales» (por oposición a las grandes mutaciones perturbadoras y por lo tanto anormales) del mundo de los seres vivos. Por el contrario, en el dominio de la formación y de la evolución de los conocimientos la influencia del entorno, es decir, la adquisición de conocimientos de los objetos, sólo constituye un sector limitado: el del conocimiento físico, o experimental en general, y por lo tanto del equilibrio entre el sujeto y los objetos, mientras que el inmenso sector lógico-matemático sólo es asunto de la abstracción reflexiva y del equilibrio de los sistemas o de los subsistemas entre sí. En este caso, es evidente que la fenocopia cognoscitiva, en el sentido en que hemos considerado este término en el capítulo 6, sólo podría referirse al

primero de estos dos sectores, y desempeña por lo tanto una función limitada en comparación con la que por derecho propio podría ser la suya en el plano de la evolución biológica. El problema que ahora se trata de abordar es, pues, el de establecer si esta limitación, en apariencia considerable, modifica profundamente la unidad de los procesos generales de construcción orgánica y cognoscitiva, o si es posible encontrar no solamente mecanismos comunes a todos los aspectos de este desarrollo conjunto, sino también procesos análogos a los de fenocopia hasta en el ámbito de las invenciones o progresiones de naturaleza lógica-matemática, y por lo tanto sin acción de los objetos y dependientes sólo de la abstracción reflexiva.

II B

Para realizar esto, comencemos por una comparación de las epigénesis cognoscitivas y orgánicas investigando en qué se convierten en el plano cognoscitivo los tres vectores a , b y c que hemos tratado en el capítulo 5 (III, 12) y que, en el plano orgánico, representan: a , la marcha ascendente de los procesos sintéticos de la epigénesis; b , la marcha descendente de las modificaciones impuestas por el entorno y de los consiguientes desequilibrios que repercuten cada vez más, a veces hasta el punto de sensibilizar los genes reguladores de la síntesis; y c , las reequilibraciones ascendentes, como respuesta a las perturbaciones b , que se efectúan por ensayos semialeatorios y semiexploratorios con selección sobre todo orgánica. Ahora bien, en el dominio cognoscitivo volvemos a encontrar de una forma parecida el vector a que caracteriza los niveles sucesivos y jerárquicos de las estructuras cognoscitivas: en el punto de origen los montajes innatos (coordinaciones nerviosas y motoras, movimientos espontáneos y reflejos), después los hábitos elementales (condicionamientos y asimilaciones de elementos nuevos a los esquemas reflejos), las diferentes reacciones circulares, la inteligencia sensorio-motriz, más tarde las formas semiotizadas y preoperatorias de la representación, la formación de las funciones constituyentes, las operaciones «concretas» y finalmente las operaciones proposicionales. En este desarrollo hay una constante interacción, excepto en el punto innato de origen, entre los procesos endógenos, que se amplían bajo el efecto constructivo de las abstracciones reflexivas, y los procesos exógenos o utilización de la experiencia. Pero como la abstracción reflexiva acaba por funcionar en un estado puro, puede representarse por una especie de espiral con un ensanchamiento progresivo (véase A en la parte central del cono invertido de la figura 7), mientras que las interacciones con el entorno, gracias a las abstracciones empíricas y a sus marcos «reflexivos», se representan en E y en E', es decir, en toda la cubierta periférica que rodea la espiral A.

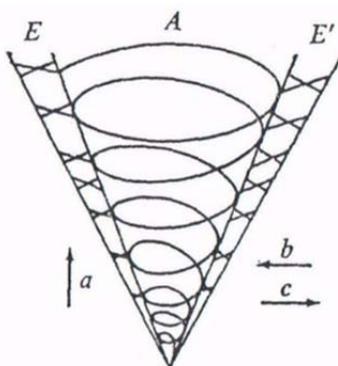


Fig. 7. Corte transversal del cono invertido que simbolizaría la epigénesis de las funciones cognoscitivas.

Por el contrario, los vectores $\downarrow b$ y $\uparrow c$ se presentan, en esta epigénesis de las funciones cognoscitivas, de forma un poco diferente a lo que son en la epigénesis orgánica, pero solamente en parte. En efecto, el vector $\downarrow b$ que expresa las modificaciones x', y', z' debidas al entorno, y después los desequilibrios resultantes x'', y'', z'' , no desciende en las situaciones cognoscitivas desde los estadios superiores de la epigénesis hacia los estadios elementales hasta alcanzar su fuente innata, mientras que en el caso de la epigénesis orgánica ciertos desequilibrios duraderos $x'', y'',$ etc., pueden repercutir, descendiendo cada vez más, hasta sensibilizar los genes reguladores de las síntesis. Por el contrario, en la epigénesis cognoscitiva los vectores b siguen una dirección media horizontal \leftarrow o ligeramente inclinada hacia abajo o incluso hacia arriba, es decir, que las acciones de los objetos o acontecimientos del entorno actúan sólo sobre los procesos endógenos (espiral A) del mismo nivel, con una posible repercusión sobre los inmediatamente inferiores (de ahí la dirección \swarrow) o sobre los que se encuentran en construcción (de ahí \uparrow), pero sin poner en cuestión toda la construcción anterior.

Igualmente las respuestas $\uparrow c$, que en el caso orgánico consisten ya en tanteos exploratorios con acciones sobre el entorno, ven reforzados naturalmente estos caracteres en las situaciones cognoscitivas: la exploración conduce en ese caso a una reorganización parcial de la síntesis endógena y la acción sobre el entorno hasta la asimilación completa y el reemplazo de los caracteres exógenos mediante una reconstrucción endógena de la que hemos visto ejemplos a propósito de las fenocopias cognoscitivas en el capítulo 6. Pero la dirección de estos vectores sigue siendo entonces simétrica a la de los vectores

$\leftarrow b$ y $\rightarrow c$, es decir, con una media horizontal (\leftrightarrow).

III A

Esta comparación entre los dos tipos de epigénesis, orgánica y cognoscitiva, muestra así su evidente parentesco, excepto que, en el segundo caso, el poder formador del genoma que en el plano orgánico conduce sólo a las coordinaciones nerviosas innatas (en oposición a las vías adquiridas de «asociación»), se prolonga en el plano cognoscitivo

en un conjunto cada vez más complejo de síntesis endógenas (la espiral de la fig. 7, porque sus círculos se enriquecen mediante un ensanchamiento en espiral), cuyo mecanismo constructivo procede de las abstracciones reflexivas y las generalizaciones productivas que de ellas se desprenden.

Ahora bien, si esto es así, parece que hemos podido comparar de forma válida, en el capítulo 6, con el mecanismo de las fenocopias orgánicas los procesos en los que conocimientos, inicialmente exógenos, acaban por ceder el sitio a reconstrucciones endógenas que los reproducen dando la impresión de simplemente «copiarlos» (véanse las observaciones de Apostel en IV).

Pero, repitémoslo, estas fenocopias cognoscitivas sólo son concebibles y posibles en los casos límites de los dominios del saber subordinados al control de los hechos experimentales, y por lo tanto en los terrenos habitualmente calificados de empíricos, por oposición a lógico-matemáticos, y que dependen por lo tanto de la abstracción del mismo nombre y no de la abstracción reflexiva. Ahora bien, hay una diferencia bastante sistemática con el mundo de la vida orgánica, ya que ninguna transformación evolutiva, ya sea de naturaleza morfogenética, funcional o fisiológica, de escala macroscópica o bioquímica y física, puede producirse y sobre todo estabilizarse sin una concordancia con el entorno, cuyo poder selectivo impone esta esencial limitación. Por lo tanto en principio, o «por derecho», aunque «de hecho» se excluya para siempre la verificación en cuanto al pasado (y teniendo en cuenta el estado de nuestros conocimientos, ésta sea incluso imposible en cuanto al presente), todo acontecimiento notable en la evolución de los seres organizados habría podido o podría comenzar mediante adaptaciones fenotípicas a título de ensayos, seguidos de consolidaciones o renovaciones mediante fenocopias. Por el contrario, la abstracción reflexiva hace que una buena parte de las construcciones cognoscitivas sea ajena a las comprobaciones o conocimientos exógenos, lo cual, por ese mismo hecho, la deja exenta de cualquier necesidad de fenocopia cognoscitiva en el sentido en que hemos considerado ese término. Además, esta abstracción reflexiva no «reemplaza» a la abstracción empírica, sino que la enmarca desde el comienzo y después la supera infinitamente (en el sentido propio del término), y el universo de los posibles lógico-matemáticos no reemplaza al mundo real, sino que lo sumerge en él para explicarlo mejor, siendo, pues, el primero una fuente pero no una sede de fenocopias.

III B

Por el contrario, hay un cierto interés epistemológico en constatar que si se denomina fenocopia cognoscitiva al reemplazo de un conocimiento exógeno por un conocimiento endógeno que lo reconstruye bajo una forma parecida, encontramos entonces, e incluso de una forma más sistemática y necesaria, un mecanismo análogo (y que por otra parte se podría considerar como «homólogo» en un sentido biológico que conlleva un determinado parentesco o filiación) cuando un conocimiento endógeno de nivel inferior es reconstruido en un plano superior antes de dar lugar a una reorganización que lo enriquece y en consecuencia lo transforma en grados diferentes. Ahora bien, esta

reconstrucción constituye en cierto sentido un reemplazo y, además, con un parecido obligado. Se da por lo tanto aquí un cierto parentesco con la fenocopia, excepto que sólo se trata de conocimientos endógenos, y no de informaciones exógenas comparables a variaciones fenotípicas: designaremos, pues, sus fenocopias aparentes con el nombre de «seudofenocopias», por simetría con las abstracciones «seudoempíricas», y esto con tanta más razón cuanto que precisamente en el nivel de estas abstracciones pseudoempíricas este fenómeno se parece mucho a las fenocopias del tipo exógeno → endógeno.

En primer lugar, recordemos las condiciones de funcionamiento de la abstracción reflexiva. Se inicia con el «proceso de reflexión» de una coordinación endógena de cualquier nivel para hacerla pasar al siguiente nivel: por ejemplo en el caso en que un esquema de rotaciones sensorio-motoras, procediendo de un modo progresivo para dar la vuelta a un cubo, sea promovido al rango de representación que permite imaginar el reverso de ese objeto a la vista de su cara habitual. Pero, como ya se ha dicho, este «proceso de reflexión» exige en primer lugar una reconstrucción, porque una cosa es coordinar movimientos sucesivos orientando cada uno de ellos en función de índices perceptivos igualmente sucesivos, y otra cosa es coordinar las representaciones de estos movimientos en un todo simultáneo sin tener que ejecutarlos. De ahí se deduce que una misma acción compleja no es en realidad la misma según que se desarrolle en el nivel precedente o en el inmediatamente superior, aunque ésta representación parezca ser sólo una «copia» fiel del esquema sensorio-motor. Si bien, en un caso así, la acción inicial y la representación final son ambas endógenas en la medida en que dependen de la geometría del sujeto (incluso si su funcionamiento se ve facilitado por la del objeto), se puede advertir, pues, en esta reflexión con reconstrucción una analogía bastante estrecha con la fenocopia del tipo exógeno → endógeno: hay, pues, «seudofenocopia».

Pero esta reconstrucción reflexiva no se detiene ahí y conduce a una peregrinación más amplia del subgrupo de las rotaciones en el sentido de que, en el plano de la representación, el sujeto va a hacerse *capaz* de coordinar varias rotaciones hasta el punto de prever el orden de sucesiones y las posiciones respectivas de las seis caras del cubo según se le dé vueltas en un sentido o en otro. Sólo que, al revelarse las composiciones de este subgrupo como difíciles de dominar desde un principio de forma deductiva, se constata que los sujetos jóvenes tienen aún más necesidad, y por bastante tiempo, de apoyar su deducción en manipulaciones parciales: en este caso el sujeto procede a una lectura, en el mismo objeto, del resultado de sus coordinaciones endógenas, y se produce por lo tanto lo que denominamos más arriba abstracciones «seudoempíricas». Pero como, en este caso, esta lectura va seguida posteriormente de una emancipación respecto a las comprobaciones pseudo-empíricas, y de un desarrollo de la deducción interiorizada sin apoyos exteriores, volvemos a encontrar, entre esta última fase y la de las coordinaciones pseudoempíricas, una nueva relación de reemplazo con reconstrucción, es decir un nuevo caso de «seudofenocopia».

Ahora bien, este proceso parece ser muy general en el terreno lógico-matemático. Todo el estadio de las operaciones «concretas», de los 7-8 a los 11-12 años, antes de que las operaciones preposicionales y su combinatoria permitan la constitución de un inicio

de pensamiento hipotético-deductivo, se caracteriza por pasos de esta clase de la abstracción pseudoempírica a la deducción operatoria con liberación progresiva respecto a las manipulaciones actuales.

Pero incluso en el mismo seno del pensamiento científico, y en las construcciones a base de pura abstracción reflexiva del matemático, se encuentran mecanismos análogos. En efecto, comparando un período en que tal estructura se utiliza implícitamente en sus principales composiciones operatorias con el período siguiente en que la estructura se desgaja y da lugar a una teoría, se comprueba que se produce entonces la siguiente transformación psicológica: las operaciones que, durante el período anterior, servían esencialmente de instrumentos de cálculo o de deducción, se convierten en el siguiente período en objetos diferenciados de pensamiento y esta «tematización», con toma de conciencia explícita y «abstracción reflexiva» o pensamiento reflexivo y retrospectivo, permite entonces la construcción de una nueva teoría. Ahora bien, es evidente desde un principio que entre la operación como simple instrumento y la misma operación como objeto tematizado de pensamiento reflexivo, volvemos a encontrar esa relación de reemplazo con reconstrucción, aunque entre coordinaciones puramente endógenas, que caracteriza a las «seudofenocopias»; intervienen éstas, pues, en espera de que la «reflexión» reorganizadora amplíe más o menos considerablemente la nueva teoría, cuya condición inicial era el proceso de reflexión, con los aspectos de fenocopia que encierra.

En resumen, lo que anteriormente denominábamos «fenocopias cognoscitivas», en cuanto reemplazo, con una reconstrucción conforme, de un conocimiento exógeno por una reconstrucción endógena (en analogía con lo que sucede en el plano orgánico cuando una variación fenotípica cede su puesto a una producción genotípica de forma semejante), parece entrañar, de este modo, un mecanismo bastante general. Ciertamente, en su forma estricta, es decir, en cuanto relación de sucesión entre formaciones exógenas y endógenas, un mecanismo de esta clase sólo puede estar limitado a los casos en que el conocimiento inicial emana de la experiencia, y por lo tanto de una acción de los objetos o del entorno físico sobre las coordinaciones del sujeto: ahora bien, como existe un vasto ámbito de construcciones cognoscitivas puramente endógenas, representado por las operaciones lógico-matemáticas debidas a la sola abstracción reflexiva, esta limitación del campo de las fenocopias cognoscitivas es efectivamente importante. Pero el interés de su mecanismo no es menor, ya que aparece como un caso particular de un modo de construcción mucho más amplio, unido a todo proceso de «reflexión» y de reconstitución reflexiva. Si subsiste, en cuanto a esta considerable ampliación, una notable diferencia entre los procesos cognoscitivos y orgánicos, es naturalmente porque, en el plano orgánico, ninguna «forma» es nunca dissociable de su contenido, mientras que la función propia de los mecanismos cognoscitivos es por el contrario construir «formas», luego «formas de formas», etc., cada vez más abstractas y liberadas o separables de cualquier contenido.

8. LOS PROBLEMAS DE EQUILIBRIO

Se nos perdonará que al término de este ensayo volvamos sobre las comparaciones

generales entre los procesos orgánicos y cognoscitivos a los que hemos consagrado una obra anterior. *Biología y conocimiento*. Pero el examen de las fenocopias y de los procesos análogos aún más generales que acabamos de tratar sugiere ciertas nuevas aproximaciones entre estos dos dominios, biológico y epistemológico, entre los que creemos que existen tantas relaciones a causa de sus mecanismos comunes de equilibración por autorregulaciones.

I A

En efecto, si es válida nuestra interpretación, hay que buscar la explicación de la fenocopia en los desequilibrios o en la inestabilidad del equilibrio resultante de una variación fenotípica, que entraña una oposición o una especie de conflicto entre las exigencias de un entorno inhabitual o modificado y las de las síntesis epigenéticas regidas por una programación hereditaria: estos desequilibrios que, en algunos casos, terminarían por sensibilizar a los genes reguladores de las síntesis, provocarían entonces una reequilibración, en forma de mutaciones orientadas en la zona desequilibrada que, canalizadas por las selecciones debidas al marco exterior y sobre todo al entorno interno, acabarían por adquirir formas parecidas a la de las adaptaciones fenotípicas. Todo este proceso estaría, pues, dirigido por un mecanismo general de desequilibrios y de reequilibraciones, que volveremos a encontrar en acción en la fenocopia cognoscitiva: igualmente en este caso un conocimiento exógeno, por su carencia de necesidad interna y el grado desconocido de su generalidad, mantiene un desequilibrio latente, sobre todo si no se han descubierto los observables en cuestión o sólo han sido analizados con dificultad a causa de su carácter imprevisto; tras lo cual este desequilibrio arrastra una reequilibración por reconstrucción endógena, en la medida en que las comprobaciones empíricas han podido ser asimiladas, sensibilizándolo, a un juego deductivo de operaciones que se atribuyen entonces a los objetos cuyas acciones no se comprendían.

En primer lugar observamos que estos desequilibrios y reequilibraciones propios de las fenocopias orgánicas o cognoscitivas pertenecen en los dos casos a la primera de las tres categorías que nos vemos llevados a distinguir en los procesos generales de equilibración, pero esta primera se une rápida y necesariamente a las otras dos. Como en todas las ocasiones en que se trata de un sistema a la vez cíclico y semiabierto (véase en el capítulo 1 el esquema $A \times A' \rightarrow B \dots Z \times Z' \rightarrow A$), estas tres variedades son: el equilibrio entre los elementos internos del sistema (A, B ... Z) y los elementos exteriores (A', B' ... Z'), el equilibrio entre los subsistemas del mismo nivel o vecinos, y el equilibrio entre estos subsistemas y el sistema total, y por lo tanto entre la diferenciación y la integración. Ahora bien, es chocante constatar en qué medida los problemas que así se plantean se vuelven a encontrar en sus detalles, en una correspondencia casi de término a término, en lo que respecta a las mismas cuestiones (pero con diferencias progresivas en sus soluciones), cuando se comparan los problemas epistemológicos con los biológicos.

Recordemos primero brevemente lo que hemos dicho en otra parte sobre la cuestión, en el terreno cognoscitivo, para tratar luego de traducir al lenguaje biológico los diferentes elementos de ese análisis. Hay que situar el punto de partida de los procesos

biológicos naturalmente en las primeras acciones sensorio-motoras del sujeto, cuando trata de reproducirlas o generalizarlas y cuando aplica su esquema a múltiples objetos, lo cual sucederá más tarde con los esquemas representativos o conceptos, luego con las funciones y finalmente con los esquemas operatorios. Ahora bien, en todos estos casos en que hay interacciones entre las propiedades de los objetos, impuestas por la experiencia, y las actividades endógenas del sujeto, la equilibración de estos intercambios suscita por lo menos cinco cuestiones cuyo equivalente volvemos a encontrar en el plano orgánico.

IB

La primera es la del equilibrio necesario entre la asimilación de los objetos al esquema de acciones u operaciones, cualquiera que sea su nivel, y la acomodación de ese esquema a los objetos, pudiendo ser esta acomodación momentánea o duradera y pudiendo modificar de forma más o menos profunda el esquema, o por el contrario conservar sus propiedades completándolas. Por otra parte, esta acomodación puede ser más o menos rápida y directa o proceder sólo por tanteos más o menos largos con selección y regulación de los ensayos. Todo lo cual es paralelo, pues, a las situaciones biológicas, ya que la asimilación cognoscitiva es también una integración y ya que a la acomodación cognoscitiva corresponden entonces las adaptaciones fenotípicas inestables, o las adaptaciones hereditarias estables. Pero, sin embargo, subsiste una importante diferencia: al ser lo propio de los mecanismos cognoscitivos el disociar los contenidos y las formas, éstas, una vez extraídas con sus caracteres de estructuras operatorias, ya no pueden ser refutadas por los objetos a los cuales se aplican, pudiendo ser modificada esta acomodación en cierto sentido permanente, tan sólo diferenciándola y completándola. Una oposición de esta clase sería grave para nuestros intentos de puesta en correspondencia si las etapas elementales del comportamiento y de la representación no proveyesen todas las transiciones entre los estados extremos, y si la sucesión de las abstracciones reflexivas no mostrara el origen esencialmente endógeno, y por lo tanto inicialmente orgánico, de las estructuras lógico-matemáticas: el equilibrio entre el sujeto y los objetos, que es finalmente el de las matemáticas y lo real, aparece entonces ya no como de una naturaleza distinta al equilibrio entre el organismo y su entorno, sino al contrario, como la realización última de una armonía buscada en todos los niveles. Esta es contrarrestada sin cesar por el entorno, en la medida en que éste continúa siendo limitado y plantea continuamente problemas nuevos e imprevistos, pero se hace realizable cuando el pensamiento amplía indefinidamente este entorno hasta abarcar en él al universo de los posibles. De ahí surge el segundo problema: el de la «norma de reacciones» que expresa las variaciones limitadas pero posibles de un genotipo frente a los diferentes valores de una variable del entorno (por lo tanto su flexibilidad y su riqueza en la producción de fenotipos), a la cual corresponde la «norma de acomodaciones» realizables por un esquema cognoscitivo de asimilación. Ahora bien, una vez más es estrecho el paralelismo en este punto entre estas dos nociones, cuando se trata de fases elementales del conocimiento. Por el contrario, más tarde, la norma de acomodaciones de un esquema ya no está solamente en función de su propia flexibilidad, sino del número de interacciones y de coordinaciones que ha podido constituir con otros esquemas. De nuevo en este caso se inicia una oposición entre lo cognoscitivo y lo orgá-

nico, porque los diferentes genotipos de una especie no son coordinables entre sí, sino con ocasión de recombinaciones genéticas, y no constituyen, como los diferentes esquemas de un sistema organizado por asimilaciones recíprocas, una totalidad cuyos elementos pueden funcionar' simultánea o alternativamente, lo cual da origen a la diferencia creciente entre las «normas de reacciones» orgánicas y las «normas de acomodaciones» cognoscitivas.

IC

Una tercera cuestión es la que plantea un cambio de entorno, lo cual desde el punto de vista cognoscitivo corresponde a la situación en que un mismo esquema o un mismo sistema de esquemas se enfrenta con nuevos objetos o una nueva situación experimental. En este caso, volvemos a encontrar una vez más profundas analogías, pero igualmente ciertas diferencias debidas al hecho de que las reacciones orgánicas son esencialmente sucesivas (aunque estén en función de su historia anterior), mientras que el conocimiento puede abarcar un campo de comparaciones simultáneas cada vez más amplio gracias a la memoria y al hecho de que las nuevas estructuras se coordinan con las que son de formación anterior, pero que siguen estando presentes, ya que, en pocas palabras, el conocimiento conduce a una conservación general de esquemas. De aquí se deduce que en el plano orgánico las posibilidades se reducen (excepto en el caso de mutaciones puramente fortuitas con selección *a posteriori*, lo cual es, en el mejor de los casos, la solución menos probable) a una ausencia de supervivencia por falta de adaptación, a adaptaciones fenotípicas sin reemplazos genotípicos o a fenocopias. En el plano de los conocimientos hemos visto los análogos, en forma de acomodaciones simples e inestables, a fenocopias cognoscitivas o seudofenocopias, pero hay que añadir una eventualidad, que se realiza frecuentemente: antes de la reconstrucción operatoria que sucede a las acomodaciones provisionales, e incluso antes de la producción de éstas, la nueva situación experimental no da aún lugar en ciertos casos a ninguna construcción, mientras que el sujeto las ha proporcionado anteriormente para situaciones objetivamente análogas, pero cuya posible generalización no ve: hay entonces un «desfase temporal», en el sentido de que estructuras ya accesibles (por ejemplo, la conservación de la cantidad de materia cuando un objeto cambia de forma) no se aplica todavía a un nuevo contenido (por ejemplo la conservación del peso). Estos desfases, tan frecuentes en el curso del desarrollo, son, pues, relativos a las relaciones entre las formas y los contenidos, y, al constituir un testimonio de la dificultad de disociar y de generalizar las primeras, pertenecen por lo tanto a un proceso general que supera el nivel orgánico, en el que formas y contenidos siguen estando estrechamente unidos, excepto sin duda alguna en el plano del sistema nervioso, pero que es ya solidario del comportamiento.

En cuarto lugar, lo que hemos denominado «fenocopia cognoscitiva» es un proceso que asegura el paso entre las simples comprobaciones (o incluso los éxitos prácticos) y la reconstrucción operatoria que asegura la comprensión. En el plano de la fenomenología biológica corresponde a esta dualidad la oposición entre la adaptación fenotípica inestable y la reconstrucción genotípica equilibrada. Pero la existencia y la abundancia de las seudofenocopias, relativas a la construcción endógena y de formas

sucesivas sin intervención de las propiedades del objeto, ni por lo tanto de los contenidos empíricos, muestra una vez más lo que aporta de nuevo la liberación de las formas, en el nivel de los conocimientos.

Finalmente, una quinta cuestión que plantea el equilibrio elemental (primero de los tres tipos generales de equilibrio) entre el sujeto y los objetos, y por lo tanto entre los elementos endógenos y exógenos de un sistema cognoscitivo, es el problema fundamental de las afirmaciones y de las negaciones. Todo equilibrio cognoscitivo (y esto sucederá igualmente con el equilibrio entre los subsistemas así como entre la diferenciación de éstos y la integración en una totalidad que comporta sus propias leyes) conlleva efectivamente tantas negaciones como caracteres positivos: un objeto se opone a los que son diferentes de él, una acción a las que presentan otras características, la marcha hacia un objetivo implica el alejamiento en relación con el punto de partida, la adición de elementos en un punto implica su sustracción en otro, etc. Ahora bien, una de las razones de los desequilibrios sistemáticos que se observan en los estadios iniciales del desarrollo de los conocimientos es que el sujeto comienza en todos los dominios por centrarse en los caracteres positivos descuidando los negativos: por ejemplo, juzgará la longitud de dos trayectos por sus puntos de llegada olvidando los de salida (lo que excluye entonces la comparación de los intervalos y reduce la evaluación a un carácter solamente ordinal o semiordinal); o será incapaz de comprender una conservación al centrarse en lo que se añade según una dimensión sin ver que esta adición (por ejemplo en longitud) equivale a la sustracción de las mismas cantidades en otro punto (por ejemplo, en anchura). Tras lo cual, el sujeto descubre un determinado número de aspectos negativos que se le habían escapado, pero sólo en un nivel operatorio posterior, a los 7-8 años, llega a hacer corresponder de forma algo matemática las afirmaciones con las negaciones necesarias para la coherencia lógica.

Ahora bien, encontramos ya en las reacciones orgánicas equivalentes de la negación cognoscitiva, y se pueden distinguir etapas que corresponden más o menos a las que se observan en el plano del comportamiento y de la representación. En efecto, la forma cognoscitiva más elemental es la negación impuesta desde fuera, que el sujeto se ve por lo tanto obligado a aceptar: el fracaso de un ensayo o el hecho que contradice una previsión son ejemplos precoces, porque en estos casos el sujeto no tiene que construir la operación negativa, ya que la sufre más o menos conscientemente. El equivalente biológico de esta negación exógena es el rechazo opuesto por el entorno a una variación (lo cual sucede desde el momento de las adaptaciones fenotípicas, si presentan alguna variedad antes de ser seleccionadas), en los casos en que la selección se reduce completamente a un filtro debido al entorno. Por el contrario, desde el momento en que la selección se orienta en la dirección de las elecciones, aunque sean únicamente relativas a las situaciones exteriores, tales elecciones conllevan de un modo natural, en correlación o complementariedad con sus aspectos positivos, negaciones que consisten en descartar o en no retener determinadas condiciones. Se realiza un progreso suplementario cuando el rechazo no se refiere ya solamente a un determinado carácter del entorno (como en las elecciones de las mejores condiciones para un nido), sino que a la selección como elección corresponden variaciones como ensayos, llegando el organismo a descartar

determinados ensayos para retener otros. Pero un punto decisivo en las etapas de la negación biológica y aún no cognoscitiva (aunque en los ámbitos del comportamiento, incluso programado hereditariamente como en el caso de los instintos, las fronteras entre lo orgánico y lo cognoscitivo se difuminan gradualmente) es el que se manifiesta cuando se pasa de la selección relativa al entorno exterior a la selección interna u orgánica. En este caso, la negación ya no es un simple rechazo en cierto sentido local u ocasional, sino que se convierte en una especie de operación correlativa con su complementaria positiva: en efecto, se trata del proceso sistemático de la inhibición, que acompaña necesariamente a cualquier activación. Este nivel es, pues, comparable a lo que constituyen en el plano cognoscitivo las negaciones constituidas por el sujeto y no solamente impuestas desde el exterior. Pero es evidente que el sistema de las activaciones y de las inhibiciones solidarias caracteriza ante todo a los procesos endógenos¹ de la síntesis epigenética. Desempeña también una función en el equilibrio entre el organismo y el entorno, pero indirectamente, mientras que los problemas nuevos que de este modo se plantean nos conducen a las otras dos formas generales de equilibrio, que por otra parte prolongan necesariamente la primera.

II A

En efecto, si en una fenocopia la adaptación inicial no basta para asegurar un equilibrio estable, mientras que el genotipo final lo consigue, aunque las formas reconstruidas por él parezcan semejantes a las de la integración somática, es porque este equilibrio ha de asegurar una compatibilidad completa, no sólo con el entorno exterior, sino también con el conjunto de los mecanismos endógenos que someten a toda nueva variación a una selección orgánica.

De este modo nos vemos llevados a la segunda gran forma de equilibrio, común a todos los sistemas cognoscitivos, de igual modo que a todas las totalidades orgánicas, que es el equilibrio interno entre los subsistemas diferenciados en el seno de estos sistemas totales. Desde el punto de vista cognoscitivo éste es un proceso fundamental, porque este equilibrio está lejos de constituirse automáticamente, tan pronto como el sujeto ha conseguido elaborar tales subsistemas.

Un caso bien conocido es el de los posibles conflictos, observados de formas múltiples, hasta los 7-8 años aproximadamente, entre las propiedades espaciales y numéricas, por ejemplo, de objetos cuyos elementos desiguales se pueden alinear, y dar de este modo longitudes, o cifrar, y desembocar en sumas numéricas: por más que el sujeto opere correctamente con cada uno de estos dos puntos de vista, olvida la desigualdad de las unidades cuando las cuenta, y, partiendo de la idea, que sería correcta en caso de igualdad, de que a un mismo número debe corresponder una misma longitud, se ve envuelto en toda clase de contradicciones. A niveles más elevados observaremos las dificultades de coordinar dos sistemas de referencia, etcétera.

Ahora bien, de igual modo que el equilibrio entre un esquema (o un conjunto de esquemas que forman un subsistema) y los objetos supone la armonización de las

asimilaciones y de las acomodaciones (siendo éstas impuestas entonces por las propiedades de los objetos), la equilibración de dos o más subsistemas se basa en un juego de asimilaciones y acomodaciones, recíprocas. La asimilación recíproca de los subsistemas equivale entonces no a identificarlos, naturalmente, sino a extraer sus mecanismos comunes o sus correspondencias, mientras que la acomodación recíproca lleva a reconocer sus diferencias, y por lo tanto a construir un juego de negaciones parciales correlativas o complementarias de los caracteres positivos.

Hay que añadir que, cuando uno de los subsistemas es de un nivel superior a otro en una jerarquía en el seno de la cual uno se superpone directamente al otro, sus relaciones no consisten ni en reducir el superior al inferior, ya que aquél ha engendrado nuevos caracteres, ni en efectuar la reducción inversa, si el inferior conserva su existencia con sus caracteres propios aunque limitados. En tales casos la relación es por lo tanto de nuevo de asimilación y acomodación recíprocas, sin que haya necesidad de prever una categoría especial de equilibrio a este respecto, excepto naturalmente si la integración del inferior en el superior es completa, a título de parte diferenciada de una nueva totalidad, en cuyo caso se tratará de la tercera de las formas generales que hay que distinguir.

Por otra parte, esta tercera forma plantea problemas interesantes desde el punto de vista cognoscitivo, que aún hay que indicar antes de pasar a los paralelismos orgánicos. Se la puede describir en términos de equilibrio entre la diferenciación y la integración, y por lo tanto entre un subsistema y, no el conjunto de los demás, sino la totalidad de la que forma parte. Ahora bien, es posible preguntarse (y es una cuestión cuyo significado biológico, tanto como epistemológico, se advierte desde un principio) por qué, una vez coordinados los subsistemas entre sí sin mayores contradicciones, se constituye tarde o temprano por encima de ellos un sistema total que no solamente sería distinto con respecto a ellos, sino que además debería cumplir la doble condición de equilibrio de no dañar sus diferenciaciones y sin embargo conservar su existencia y su unidad de integración pese a estas diferenciaciones. Ahora bien, desde el punto de vista cognoscitivo, tales totalidades existen y frecuentemente incluso se elaboran otras nuevas en esa disciplina eminentemente constructiva que es la matemática: piénsese, por ejemplo, en los trabajos actuales sobre las «categorías» que renuevan las investigaciones bourbakistas anteriores sobre las «estructuras».

En efecto, los tres rasgos fundamentales de estas totalidades son los de entrañar leyes de composición independientes de las propiedades de sus elementos, suministrar las «razones» de lo que simplemente estaba comprobado o demostrado, pero no explicado al nivel de esos elementos, y finalmente poder engendrar nuevos contenidos (de manera que compensen los efectos de la ley general de la proporción inversa entre la extensión y la comprensión de las nociones). Así es como en los números naturales N , que sólo poseen estructura de «monoide», la adición de estos nuevos contenidos que son los enteros negativos permite la construcción del «grupo» de los enteros Z , más tarde las generalizaciones de la división conducen a los racionales Q y a los reales R con sus estructuras sucesivas de «anillo» y «cuerpo». En cada una de estas situaciones encontramos efectivamente nuevas leyes de totalidades, las razones de los anteriores

sistemas y nuevos contenidos que amplían la extensión de las totalidades más ricas en propiedades. Ahora bien si estas clases de creaciones alcanzan dimensiones espectaculares en el nivel del pensamiento científico, observamos ya en los niveles operatorios de la psicogénesis mecanismos semejantes que forman totalidades coherentes.

Una vez que se ha dicho esto en el plano cognoscitivo, es esencial para nosotros recordar el equivalente en el plano biológico, porque nuestro intento de interpretación de las fenocopias sólo tiene sentido en la medida en que los desequilibrios latentes y las reequilibraciones invocados por igual en el desencadenamiento de las mutaciones «imitan» las integraciones somáticas que corresponden efectivamente a mecanismos indispensables para la vida orgánica. Ahora bien, hemos recurrido continuamente a los tres sectores de equilibrio siguientes: *a)* el equilibrio interno (por lo tanto el sistema de regulaciones) propio de cada uno de los niveles de las síntesis sucesivas de la epigénesis, de las relaciones intracelulares elementales en los tejidos y en los órganos; *b)* el equilibrio de las interregulaciones que garantizan las uniones o interdependencias entre los niveles jerárquicamente superpuestos, el cual une, pues, a las formas de equilibrio entre subsistemas, que son corrientes en la vida orgánica, al tiempo que se orienta hacia el tipo *m*; *c)* finalmente el equilibrio del organismo en cuanto totalidad, no con compromiso (como sucede tan a menudo en el curso de la psicogénesis cognoscitiva), sino con solidaridad funcional entre las diferenciaciones y las integraciones. Ahora bien, este sistema total nos parece que implica mucho más de lo que a menudo se expresa como «omnipotencia» de las virtualidades genéticas del genotipo considerado, porque, como ya hemos dicho, esta omnipotencia no conlleva sólo un sistema complejo y rico de activaciones posibles, sino que, de un modo natural, exige una regulación complementaria de las inhibiciones por las razones que hemos visto respecto a las relaciones universales y necesarias de los caracteres positivos y de las negaciones: esa interdependencia indispensable de las activaciones y de las inhibiciones implica entonces, por supuesto, una regulación de conjunto que abarque al sistema epigenético del mismo modo que al genoma, y es lo que hace comprensible la sensibilización de los genes reguladores en caso de desequilibrios que se propagan a partir de las variaciones fenotípicas impuestas por el entorno.

III

Continuando con esta comparación de las equilibraciones orgánicas y cognoscitivas, nuestra puesta en correspondencia de las fenocopias en estos dos ámbitos aparentemente tan distintos exige una aproximación más en cuanto a las conductas de reacciones compensadoras de las perturbaciones exteriores. Cuando un hecho imprevisto viene a impedir que una acción alcance su objetivo o viene a refutar una previsión o la generalización de un esquema, se puede distinguir, en efecto, tres fases en las equilibraciones sucesivas, que se escalonan entre los 4-5 y los 11-12 años. Una etapa elemental, que en otro lugar³ denominamos la de las conductas α , está caracterizada por intentos de anulación de la perturbación: se aparta o modifica el objeto molesto, se niega

³ *L'équilibration des structures cognitives*, París, PUF, 1975.

o deforma el hecho indeseable, etc. Por el contrario, una segunda fase es la de los compromisos de integración (conductas β): se acomoda el esquema anterior con un mínimo de retoques o mediante diferenciaciones más serias, pero todavía con dualidad entre los factores externos o internos. El último nivel (conductas γ) está por fin caracterizado por una integración completa, convirtiéndose la modificación, que era al principio una simple perturbación exterior, en una variación posible incorporada a las transformaciones, no sólo previstas por el sistema sino que participan desde entonces en sus propias leyes de composición. Dicho de otro modo, lo que era una compensación que restablecía un equilibrio enriquecido con una perturbación se convierte en una transformación positiva en el seno de un mejor equilibrio. Es evidente que tal desarrollo cognoscitivo de las etapas α , β , γ no consiste simplemente en una especie de interiorización de las perturbaciones exteriores iniciales, como si las operaciones finales se extrajeran de los objetos mediante una abstracción empírica y se redujeran de este modo a «copias» de las modificaciones constatadas: la integración de la perturbación en forma de variaciones internas del sistema implica por el contrario una reconstrucción endógena y, en consecuencia, tenemos que vérnoslas en tales casos con variedades de fenocopias cognoscitivas.

Ahora bien, era conveniente recordar estos hechos y extraer una vez más su analogía con los mecanismos de la fenocopia orgánica, porque nos instruyen acerca de esa especie de invención funcional que ésta realiza en relación con el entorno: en los puntos en que el entorno desempeña o amenaza con desempeñar una función perturbadora (fase α), la adaptación fenotípica responde ya activamente mediante compromisos (fase β) y la variación genotípica estable transforma lo que era inicialmente una perturbación en nuevas propiedades positivas que se inscriben en un programa hereditario (fase γ). Pero hay algo más, y es posible preguntarse si no interviene aquí una propiedad general de los sistemas autoorganizadores biológicos. En una obra sobre las relaciones entre la teoría de la información y la biología⁴, en la que sin embargo trata de justificar (aunque en realidad modificándolas profundamente), las ideas del neodarwinismo sobre el azar (volveremos a ello en las conclusiones), el biofísico H. Atlan resume su tesis del modo siguiente: «Los sistemas autoorganizadores no solamente resisten al ruido (conjunto de agresiones aleatorias del entorno), sino que llegan a utilizarlo hasta el punto de transformarlo en un factor de organización». Vemos que esta inversión de sentido corresponde de manera bastante sorprendente a la de las perturbaciones exteriores (conductas α) que se convierten en variaciones internas del sistema (conductas γ) en el proceso cognoscitivo que acabamos de recordar. Y es lo que afirmaba ya H. V. Foerster en su célebre fórmula: «*From noise to order*».

IV

Nos queda por tratar el proceso central de la equilibración maximizadora, tan importante en el desarrollo de los conocimientos, y de la que hay que preguntarse si se puede encontrar un equivalente orgánico. El hecho cognoscitivo consiste en que, en caso de perturbación positiva (contradicción, etc.) o negativa (lagunas) la compensación que se

⁴ H. ATLAN, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, París, Hermann, 1972.

deduce tiende no a volver sin más al estado anterior, sino a superarlo en el sentido del mejor equilibrio posible compatible con la situación. Las razones de esto son múltiples, pero son todas el resultado más o menos directo del hecho de que los conocimientos se derivan de la acción y de que los esquemas de la acción son esquemas de asimilación que aspiran a la integración de los objetos en estructuras (o coordinaciones de esquemas) que permitan utilizarlos y comprenderlos. Este núcleo funcional de partida conlleva entonces dos aspectos inseparables: al consistir la asimilación cognoscitiva esencialmente en actuar sobre los objetos, y por lo tanto en transformarlos o enmarcarlos (mediante puestas en relación, categorizaciones, correspondencias, etc.) y no en copiarlos, su doble tendencia será constantemente la de aumentar en extensión el campo de esta asimilación (tratando por lo tanto todo esquema de alimentarse del mayor número de elementos posible) y de enriquecerlo en cuanto a la comprensión (por medio de nuevas relaciones, etc., que prolongan las precedentes).

En cuanto a los mecanismos que hacen posible esta marcha progresiva (y no hay nada tan asombroso como su rapidez y el número de sus conquistas en el curso de los 18 primeros meses de existencia, cuando la cría de hombre no dispone aún más que de instrumentos sensorio-motores anteriores a la adquisición del lenguaje), son naturalmente bipolares: por un lado, el aprendizaje en función de la experiencia con las abstracciones empíricas que hace posibles, pero, por otro lado, la abstracción reflexiva que, desde las primeras coordinaciones de acciones o de esquemas, permite, como ya se ha visto (capítulo 7), extraer nuevos marcos asimiladores y nuevas estructuras combinando el «proceso de reflexión» sobre nuevos niveles con la «reflexión» reorganizadora. Lo que hemos dicho de las pseudofenocopias (cap. 7, III B) proporciona un ejemplo de este enriquecimiento mediante la vía de abstracciones pseudoempíricas y reflexivas y de la equilibración maximizadora que resulta de ella.

Pero el problema es establecer si estas interpretaciones, que casi parecen evidentes en el terreno cognoscitivo, pueden encontrar alguna verosimilitud en el ámbito orgánico. Ahora bien, un cierto número de razones nos inclinan a admitir la existencia de equilibraciones maximizadoras de esta clase en el terreno de la evolución de la vida misma. La primera es que el análisis esbozado hace un momento en el plano cognoscitivo converge seguramente con lo que ciertos biólogos contemporáneos denominan «progreso», tratando de dar un contenido objetivo a esta noción pasada de moda después de los excesos especulativos de las primeras generaciones de evolucionistas. Así es como J. Huxley invoca como criterios de un programa evolutivo un control creciente del entorno por el organismo, acompañado de una independencia gradual de éste con relación a aquél. Rensch se orienta hacia un aumento de «apertura», en el sentido de un desarrollo de las posibilidades de adaptación. La segunda razón que invocaremos es que en el plano orgánico ya encontramos mecanismos que corresponden a lo que es la abstracción reflexiva en el plano cognoscitivo, en el sentido de que ciertos elementos se extraen de un nivel anterior para dar lugar en el nivel posterior a una reconstrucción que los diferencia y los supera. En otro lugar hemos denominado «reconstrucciones convergentes con superaciones» a este fenómeno corriente que abarca no solamente a las «homologías»: en este último caso un mismo sistema de órganos (por ejemplo, los cuatro miembros del

esqueleto de los pájaros y de los mamíferos) se diversifica cada vez más en función de las filiaciones, mientras que en las situaciones de «convergencia» se ha tenido que recorrer un largo trayecto desconocido a partir de los lejanos orígenes comunes, pero en los dos casos una reconstrucción que utiliza materiales anteriores⁵ tiene como consecuencia progresos en la adaptabilidad. Pero hay que buscar una tercera razón general de las equilibraciones maximizadoras en el hecho de que las transformaciones de órganos se hallan casi siempre unidas a nuevos comportamientos o variaciones reactivas. Ahora bien, al ser todo comportamiento teleonómico, es difícil atribuirle finalidades que no vayan en dirección de una mejora, por muy modesta que ésta sea.

Así pues, en cada uno de estos casos volvemos a encontrar en el plano de lo orgánico lo que indicamos en el plano de lo cognoscitivo: el organismo actúa constantemente sobre el entorno en lugar de sufrirlo sin más, y esta acción implica en diferentes grados un doble progreso, en «extensión» y en «comprensión»: en «extensión», un ensanchamiento del entorno con ensayos de adaptación a sectores que aún no están ocupados, y en «comprensión», un enriquecimiento de las propiedades o de las posibilidades de variaciones y de «apertura».

9. CONCLUSIONES GENERALES

El ensayo que antecede se basa en dos aventuradas hipótesis: la de una cierta generalidad del proceso de fenocopia, como si toda nueva adaptación se iniciara con exploraciones y ensayos fenotípicos, en vez de ser, como querría la simplista doctrina de moda, el resultado de una multiplicidad de ensayos azarosos espigados por posteriores selecciones; y la de un parentesco entre las fenocopias orgánicas y las cognoscitivas, como si las propiedades de equilibración y de autorregulación que encontramos en todos los ámbitos de la vida implicaran la existencia de una tendencia general a la reconstrucción endógena de las inestables adquisiciones de naturaleza exógena.

Ahora bien, estas dos tesis se encuentran unidas y nos parece que ambas son el resultado de un hecho fundamental que diversos autores han señalado, pero al cual no siempre se le atribuye la importancia que reviste: las transformaciones evolutivas que entrañan una significación adaptativa (lo cual no es el sentido de cualquier mutación) son siempre solidarias, en el animal, de nuevos comportamientos. En cuanto a los vegetales, no se emplea el término de comportamientos, a falta de una rapidez suficiente en las reacciones (aunque una película rápida restablecería los parentescos), y nos limitaremos a hablar de «variaciones reactivas», -admitiendo entonces que «reactivo» implica una actividad compensadora del organismo y no es un sinónimo tautológico de adaptativo, ya que para la doctrina oficial la adaptación puede constituir el resultado pasivo de selecciones impuestas desde el exterior a variaciones fortuitas.

⁵ La utilización de materiales anteriores no implica que toda homología se base en el empleo de los mismos genes (lo que, como se ha demostrado, está lejos de ser siempre el caso), pero esto no excluye en absoluto filiaciones estructurales más amplias relativas a los sistemas reguladores.

Comenzando por los animales es evidente que, desde los niveles más primitivos de los invertebrados, hay una constante correlación entre la morfología y los comportamientos de la especie considerada: las amebas utilizan pseudópodos y los flagelados su filamento permanente; las especies con simetría radiada esperan que el alimento venga a su encuentro y las de simetría bilateral van a la búsqueda de su subsistencia (excepto si sus formas adultas se han fijado como las ostras y los mejillones, utilizando otros medios pertinentes). Los cefalópodos y los artrópodos presentan innumerables comportamientos diferenciados en relación con su morfología. Los peces nadan y los pájaros vuelan. El mismo hombre debe a sus manos una buena parte de su inteligencia.

Así pues, el problema general es el siguiente: ¿hay que admitir que todos los órganos especializados se han formado independientemente de los comportamientos que habrían conllevado más tarde, debiéndose los primeros, y quizás una parte de los segundos, sólo a sucesiones de hechos azarosos con selecciones *a posteriori*, o hay que admitir, no que los comportamientos hayan precedido necesariamente a la formación de los órganos, sino que los dos se han iniciado y se han desarrollado en una obligada interacción (como en el modesto caso de nuestras líneas que cambian de forma en relación con sus movimientos)?

Ahora bien, independientemente de las objeciones clásicas y nunca refutadas respecto a la doctrina del azar y de la selección (especialmente en lo que atañe al considerable número de mutaciones diferentes pero conjugadas que serían necesarias para explicar la formación de cualquier órgano diferenciado), existe no obstante un cierto número de argumentos que por su naturaleza abonan la hipótesis de una función activa y causal del comportamiento.

En primer lugar hay que recordar la existencia general de las reacciones al entorno que se observan en toda ontogénesis (de ahí los casos de pedogénesis, como ya hemos visto en el capítulo 3, y sobre los cuales es inútil volver). En efecto, todo animal que llega a la vida desarrolla comportamientos constructivos. Por lo que respecta a las especies inferiores, nos contentaremos con remitir a nuestra figura 3, relativa a los efectos de un cambio de entorno en el curso del crecimiento. En las especies superiores es suficientemente conocida la importancia del juego y de las exploraciones propias de la infancia. Cuando J. Monod nos dice que toda evolución se debe a molestas perturbaciones o «imperfecciones» que alteran la conservación, «único privilegio» de la vida, olvida su propia ontogénesis, en la que, cierto es, una serie de desgraciados accidentes han hecho de él un laureado con el premio Nobel en lugar de conservar sin cambios los caracteres iniciales que traía en su nacimiento. Ahora bien, este juicio de Monod sobre la evolución es tanto más curioso cuanto que, en un pasaje excelente, él mismo subraya la función del comportamiento, y esto a propósito de uno de los puntos más decisivos del desarrollo de los vertebrados. Si existen vertebrados tetrápodos, nos dice entonces Monod, es «porque un pez primitivo 'optó' por irse a explorar la tierra, en

la que sin embargo sólo podría desplazarse dando saltos»⁶. En primer lugar queremos sobreentender en esta observación decisiva una referencia a comportamientos juveniles, porque, si se trata de un viejo pez, ha tenido que conservarse realmente joven de espíritu para emprender una aventura de tal clase. Pero sobre todo, y esto no es un añadido gratuito a los términos empleados por Monod, un pez que, contradiciendo todas sus conductas innatas (incluso si se trata de un dipnoo), decide establecerse en tierra, evidentemente sólo puede dedicarse a «exploraciones» de un nivel fenotípico⁷, en espera de que variaciones génicas le proporcionen medios de acción más estables.

Parece, pues, que la apelación al comportamiento conduce implícitamente al reconocimiento de que hay una cierta generalidad en la fenocopia. Volveremos sobre ello un poco más adelante. Observemos solamente que quien dice comportamientos, y éstos dan comienzo por lo menos a partir del nacimiento, dice igualmente investigación o conquista de novedades, en virtud de la necesidad general de alimentación de los esquemas de acción.

En segundo lugar, esta diversificación creadora propia del comportamiento se manifiesta en particular en la multiplicidad y lo que casi se podría denominar el lujo inútil de soluciones que especies vecinas inventan a propósito de un mismo problema, cuando un cierto conformismo en nada les perjudicaría: por ejemplo, considerando todas las variaciones conocidas en la construcción de los nidos de pájaros, cuando las únicas condiciones vitales son un suficiente camuflaje frente a los predadores y un mínimo de solidez para proteger a las crías; o también comparando los múltiples modelos de telas de araña, o las construcciones de todas clases a las que se dedican los insectos socializados, etc., no se puede dejar de ver en estos casos los efectos de una especie de plasticidad del comportamiento, que lleva a explorar todas las vías sucesivas abiertas, en vez del resultado de selecciones que imponen condiciones coercitivas de supervivencia. Además, si cada una de estas invenciones hubiera tenido que estar precedida de múltiples conductas puramente aleatorias en el seno de las cuales las selecciones habrían efectuado su clasificación, es evidente lo que arrojaría como resultado un cálculo serio de probabilidades para explicar cada solución finalmente adoptada. «Dad tiempo y todo lo posible sucederá», decía el viejo Heródoto, pero se puede responder que los mecanismos elementales de comportamiento consisten precisamente en ganar un poco de ese tiempo mediante ensayos y tanteos dirigidos, en vez de esperar los factores hartamente improbables del azar.

En efecto (tercera observación), la improbabilidad de los casos azarosos con éxito

⁶ *Le hasard et la nécessité*, p. 142.

⁷ Salvo, naturalmente, que se admita que este comportamiento fenotípico es, desde el principio, el resultado de una impulsión génica. Pero ¿de dónde provendría entonces ésta? No del entorno, ya que no actúa sobre el genoma. Una vez más, sólo queda el divino «azar», pero, para que el azar empuje a un pez, a causa de la desecación de una charca, no a perderse en tierra, sino a «optar por ir a explorar la tierra», habría que adjudicar realmente a lo aleatorio todos los caracteres de un comportamiento teleonómico.

crecería además de forma exponencial si tuvieran que proceder en dos etapas: en primer lugar, la formación de órganos susceptibles de poder servir para algo, y luego la de instintos o comportamientos que utilizaran tales órganos; por ejemplo, primero unas mutaciones aleatorias dan a los pájaros carpinteros su largo pico y a los pulgones sus trompas, y más tarde nuevas mutaciones fortuitas hacen que los pájaros carpinteros busquen gusanos en los troncos de los árboles o que los pulgones se dediquen a las plantas que tienen savia suficiente. En una palabra, parece casi evidente que los órganos y los comportamientos correspondientes se han constituido en cada caso al mismo tiempo. En cuanto a los vegetales, no hay duda alguna, ya que la variación reactiva que caracteriza a la modificación del órgano constituye en sí misma el equivalente de un comportamiento. A este respecto se pueden citar las variaciones reactivas convergentes de las plantas de alta montaña: el alargamiento de la raíz (cf. la inmensa raíz tuberculosa del trébol alpino comparada con la de las especies subalpinas con un mismo tamaño de flores), la formación de estolones (*Sempervivum montanum* comparado con el *tectorum*), o espesas almohadillas por aglomeración de unidades (*Androsace helvética*, etc.), o el aumento de la clorofila en nuestros pequeños *Sedum*.

Dicho esto, el segundo gran problema es comprender cómo la formación simultánea de órganos y de comportamientos especializados ha podido asegurar esa adaptación a entornos particulares. El modelo del azar y de las selecciones *a posteriori* sigue siendo ciertamente inteligible en el caso de variaciones aparentemente indiferentes: por ejemplo, cambios de color pueden dejar a los animales más expuestos a sus predadores o, por el contrario, más protegidos por una especie de mimetismo global. Por el contrario, si los pájaros carpinteros no tuvieran un largo pico, ni los pulgones sus órganos de succión, sencillamente se alimentarían de otras formas. En tales casos, las novedades ventajosas han consistido esencialmente en encontrar un entorno sin explotar, y es esta tercera variable la que plantea problemas, si se renuncia a la función causal del comportamiento, y aumenta aún más la inverosimilitud del puro azar, ya que entonces se trataría de combinar de forma convergente las tres probabilidades de una variación morfo genética aleatoria, una variación fortuita en el comportamiento y un cambio de entorno orientado por azar en la dirección de las zonas más libres.

Veamos entonces la simplificación considerable que introduciría en estos problemas una cierta generalidad del proceso de la fenocopia, ya que en estos casos un comportamiento fenotípico asegura al tiempo, como en el caso de nuestras limneas, la adaptación a un nuevo entorno y el inicio de la transformación del órgano, produciéndose las reconstrucciones endógenas y génicas sólo después, mediante tanteos orientados en las zonas de desequilibrio orgánico, sin necesidad de ninguna acción directa del entorno sobre el genoma.

Pero, si de este modo creemos en la relativa generalidad del modelo propuesto, conviene precisar aún, en estas conclusiones, que hay que completarlo con el mecanismo puramente endógeno de las «reconstrucciones convergentes con superaciones» que corresponden a las abstracciones reflexivas en el plano cognoscitivo y se traducen en homologías de toda clase en el plano orgánico. En efecto, sería imposible explicar la

mayoría de los instintos mediante las fenocopias, porque esto equivaldría a prestar a los comportamientos fenotípicos iniciales una inteligencia muy superior a la de las especies del nivel en cuestión. Por el contrario, las ideas sobre el instinto que anteriormente hemos desarrollado (*Biología y conocimiento*, Madrid, Siglo XXI, 1973, pp. 206-223, § 16) equivalen a considerarlo como una coordinación de los esquemas innatos (y transindividuales) de acciones, análogo a la coordinación de los esquemas sensorio-motores, pero en el plano génico o en el de las síntesis epigenéticas hereditariamente programadas. En tal caso, se da por supuesto que tales coordinaciones dependen no de fenocopias, sino de esas «reconstrucciones convergentes con superaciones», y por lo tanto de especies de homologías en un amplio sentido que atañen a la vez a las transformaciones de órganos y a los comportamientos unidos a ellas. Por el contrario si la vía está así abierta a nuevas combinaciones cada vez más ricas (como es el caso de las abstracciones reflexivas en el plano cognoscitivo, en el que por otra parte permanecen inconscientes en los niveles elementales), nada impide que los simples esquemas iniciales, que después serán combinados, se construyan también ellos mediante fenocopias. Habíamos dado como ejemplo de coordinación fácilmente realizable el comportamiento instintivo de los moluscos terrestres que ponen sus huevos en el suelo: en este caso los esquemas de partida serían simplemente *a*) la auto-conservación del animal que se entierra en caso de sequía o de frío (especialmente todos los inviernos), y *b*) la extensión de esa necesidad de protección o conservación a la misma puesta, en cuanto prolongación de las acciones del animal. Ahora bien, es evidente que una conducta tan natural como protegerse en el suelo puede ser el resultado tanto de iniciativas fenotípicas, y por lo tanto de adaptaciones no hereditarias, como de reconstrucciones endógenas: así pues, nada excluye en este caso un proceso de fenocopia en lo que respecta a los esquemas de partida.

Pero, si bien en esta conclusión queríamos indicar los límites de la fenocopia e invocar el mecanismo sumamente general de las «reconstrucciones convergentes con superaciones», conviene por el contrario subrayar la unidad profunda de los dos procesos: la fenocopia, tal como hemos propuesto interpretarla, es la reconstrucción endógena de una adaptación que tiende a remediar los desequilibrios que ésta deja subsistir. La «reconstrucción convergente con superaciones» consiste por su parte igualmente en reconstrucciones endógenas, pero que atañen a construcciones génicas anteriores, volviéndolas a combinar de acuerdo con las necesidades y lagunas posteriores, con los mismos sometimientos a las elecciones y regulaciones del entorno interior y de las síntesis epigenéticas. El mecanismo general que abarca a estos procesos diferentes es, pues, el mecanismo de las reequilibraciones o de las «equilibraciones maximizadoras» y en esta dirección convendrá sin lugar a dudas buscar la solución de los problemas de la evolución. En efecto, ya se trate de fenocopias biológicas o cognoscitivas, de pseudofenocopias cognoscitivas o de abstracciones reflexivas en todas sus formas, de «reconstrucciones convergentes con superaciones» y de homologías en el sentido más amplio, volvemos a encontrar en todos los casos los dos mismos mecanismos: primero una equilibración por reconstrucción endógena, y luego (o, en las fenocopias orgánicas, por ello mismo), una superación mediante reorganización con nuevas combinaciones, pero cuyos elementos se extraen del sistema anterior. La equilibración maximizadora no

es por lo tanto más que la expresión de estos dos mecanismos tan generales. Incluso en el ámbito de la regulación de las mutaciones, R. J. Britten y E. H. Davidson declaran que su modelo «proporciona la posibilidad de que aparezca la novedad en la evolución mediante combinación en nuevos sistemas de partes ya en función en los sistemas preexistentes» (Science, 165, 1969, pp. 349-357, citado y traducido por Atlan). Se advierte el parentesco con lo que denominábamos en 1967 las «reconstrucciones convergentes con superaciones».

Del más complejo al más simple de estos procesos comprobamos, pues, en qué medida la función del azar es reducida a proporciones que no son despreciables pero sí modestas, ya que lo propio de esa función cardinal de la vida que es la asimilación, es precisamente oponerse a lo fortuito de manera que se pueda utilizar. Ahora bien, por fidelidad a una de las dos tesis centrales del neodarwinismo, que es atribuir toda novedad a lo aleatorio, el biofísico H. Atlan acaba de escribir un grueso libro⁸ cuyo doble interés consiste en resumir (y sumar) todos los hechos y las interpretaciones que militan en contra (y no a favor) de esta concepción, y presentarnos no obstante una defensa del concepto de azar, de tal modo que pueda superar las dificultades mayores. La reconstrucción así propuesta de la función de lo aleatorio puede resumirse en una palabra: el «azar organizativo», y los argumentos invocados son múltiples y convergentes: por ejemplo, la reacción de los sistemas autoorganizadores al «ruido» (véase más arriba su resumen, cap. 8, m) o el modelo de la «regulación génica» de Britten y Davidson, o también nuestra utilización de la noción de asimilación cognoscitiva, etc.

Sólo podemos seguir con interés los razonamientos de un teórico tan bien informado, pero con una reserva en lo que respecta a la cuestión central de su terminología: su «azar organizativo» se debería denominar, por el contrario, «azar organizado» o «reorganizado» por el ser vivo o el sujeto pensante, ya que sólo engendra desorganizaciones recuperadas» o compénsalas (o incluso «supercompensadas», p. 257) y ya que los «ruidos» que disminuyen la información para el observador la aumentan en el curso de las transmisiones en el interior del sistema de nuestras conductas α , β , γ del cap. 8, III). En una palabra, el neodarwinismo razona como si la manzana caída por azar junto a Newton fuera la fuente de las teorías de este gran hombre sobre la gravitación, mientras que Atlan nos proporciona todo lo que nos permite comprender cómo esa caída, simple accidente perturbador para un «observador» cualquiera, se convirtió en «organizativa» en las transmisiones internas del cerebro de Newton: ¡pero porque gracias a su trabajo anterior ya su capacidad de asimilación supo convertirla en eso! Todo nuestro ensayo puede resumirse en esta observación final, ya que, en cada uno de los dominios abordados-, se ha tratado de hallar las condiciones previas, no fortuitas, e incluso necesarias, de novedades aparentemente aleatorias.

⁸ *L'organisation biologique et la théorie, de l'information. París, Hermana; 1972.*