

PSICOGENÉNESIS E HISTORIA DE LA CIENCIA

jean piaget
rolando garcía

El trabajo histórico que realizaron los autores para la presente obra tuvo como guía la concepción del desarrollo cognoscitivo elaborado por la epistemología genética. El análisis histórico que exponen está limitado a las grandes líneas del desarrollo de las matemáticas y de la mecánica, los dos campos donde el material psicogenético es más abundante y más claro. La opinión más generalizada, tanto entre los hombres de ciencia como entre los historiadores de la ciencia, es que no existe ninguna relación entre la formación de las nociones y operaciones en los estadios más elementales, y su evolución en los niveles superiores. A esta opinión suele agregarse una creencia frecuente, aunque menos general: que la significación epistemológica de un instrumento de conocimiento es independiente de su modo de construcción, en tanto este último está vinculado a la historia y, eventualmenie, a la psicogénesis, mientras que aquél depende del funcionamiento de este instrumento en su sistema sincrónico y actual de interacciones cognoscitivas, irreductibles, según esta hipótesis, a las consideraciones diacrónicas y, por ende a sus etapas anteriores.

El objetivo de la obra no es comparar contenidos cognoscitivos entre las explicaciones de ciertos fenómenos que tratan de dar niños y adolescentes, por una parte, y las concepciones o teorías que se sostuvieron en algunos períodos de la historia, por la otra. Si bien tales comparaciones son posibles —en el texto se hace referencia a ellas— y en no pocas ocasiones presentar, coincidencias altamente sorprendentes, el que un niño de 8 años describa de la misma manera que lo hacía Aristóteles la trayectoria de un proyectil, o que tenga un concepto de “fuerza” muy próximo al que tenían Buridan u Oresme en el siglo XIV, no significa que Aristóteles, Buridan y Oresme tuvieran la misma “edad operativa” que un niño de 8 años. Una vez que se verifican dichas coincidencias, comienza el análisis epistemológico para establecer por qué razón un genio determinado (por ejemplo, Aristóteles) no pudo superar ciertas barreras en su intento de explicar fenómenos naturales.

De Jean Piaget hemos publicado **Biología y conocimiento, Adaptación vital y psicología de la inteligencia, Investigaciones sobre la contradicción y La equilibración de las estructuras cognoscitivas.**

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

Los autores de este libro me han pedido que redacte una breve introducción para esta obra, que es el coronamiento de un tipo de colaboración único en su tipo entre dos epistemólogos (uno de ellos psicólogo y el otro físico), obra que Piaget tuvo la gran satisfacción de ver terminada inmediatamente antes de la enfermedad que debía acabar con su vida.

He tenido —a partir de 1967— el emocionante privilegio de ser testigo de los constantes intercambios que presidieron a la gestación y a la elaboración de *Psicogénesis e historia de la ciencia*, de los cuales perdura el reflejo en los diferentes capítulos a los cuales los autores han impreso su marca personal. Quisiera señalar que tanto el pensamiento de Piaget como el de García se han enriquecido y modificado gracias a este contacto mutuo.

Toda la obra de Piaget ha estado consagrada a la creación de una epistemología genética que sacara provecho del método histórico-crítico y que se apoyara sobre el método psicogenético. Su visión de la génesis del conocimiento en el niño, refinada y profundizada por el estudio histórico del pensamiento científico, se fue renovando sin cesar, hasta llegar a la obra contenida en este libro.

Recíprocamente, Rolando García, discípulo de Carnap y de Reichenbach, que descubrió luego, gracias a Piaget, los datos tan ricos y demostrativos de la psicogénesis de las representaciones del universo en el niño, fue conducido a considerar de manera diferente la evolución del pensamiento científico, desde la Antigüedad griega hasta la revolución newtoniana. En este texto estudia algunos capítulos de esta historia, donde los mecanismos de progreso resultaban más claros.

La preocupación de los autores no se limitó en modo alguno al examen de los contenidos paralelos de sus dos campos de estudio. Tratando de extraer los procesos inherentes a toda construcción de conocimiento, ambos —cada uno en su propio campo— subordinaban la psicogénesis y la historia de la ciencia a la verificación de la hipótesis de una epistemología constructivista.

Considero que esta obra constituye —en el conjunto de la obra de Jean Piaget y de sus colaboradores— la tercera y la más importante síntesis epistemológica.

En la primera síntesis, *Introducción a la epistemología genética* [1950]¹ —que representaba ya, en ese momento, un compendio enciclopédico— Piaget interpretaba, según la óptica de las epistemologías clásicas, el resultado de sus investigaciones psicogenéticas sobre las categorías del pensamiento (número, cantidad física, espacio, tiempo, etc.) y mostraba tanto la insuficiencia del idealismo apriorista como del realismo empírico. Allí insistía sobre la necesidad de estudiar los procesos de transformación del conocimiento —en la ontogénesis o en la historia— para dar un estatus científico a la epistemología: "La naturaleza de una realidad viva no se revela únicamente por sus estadios iniciales ni por sus estadios terminales, sino por el proceso mismo de sus transformaciones; es la ley de construcción, es decir, el sistema operatorio en su constitución progresiva." El progreso de los conocimientos es lo único que permitirá determinar la contribución respectiva del sujeto y del objeto.

Es sorprendente observar que, desde la introducción a la disciplina que marca la orientación fundamental de toda su obra, Piaget considera que la epistemología "debe permanecer como ciencia abierta". Por otra parte, Piaget estaba persuadido de que una epistemología que quisiera ser científica —es decir, comunicable independientemente de las tradiciones de escuela— sólo podía resultar de una colaboración interdisciplinaria. Por eso recibió con gran placer al gran lógico y matemático Evert W. Beth (lamentablemente fallecido cuando aún se esperaba mucho de él) quien, después de haber criticado severamente los

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

intentos de formalización de Piaget, acepta colaborar con él, y juntos escriben, en 1961, *Relaciones entre la lógica formal y el pensamiento real*² En esta obra, que representa la segunda síntesis de la epistemología tal como Piaget la concebía, Beth, al analizar los fundamentos de las matemáticas —y dejando establecido el principio de la autonomía necesaria de la lógica y de la psicología del conocimiento—, se asocia al punto de vista de Piaget para quien la epistemología explica cómo el pensamiento real del hombre puede producir la ciencia en tanto sistema coherente de conocimiento objetivo. Por su parte, Piaget trata de demostrar que las estructuras cognitivas derivan de los mecanismos más generales de la coordinación de las acciones. Ambos autores llegan a la conclusión de que las normas elaboradas por el sujeto epistémico en el curso de su génesis serían comparables a las normas inherentes al pensamiento científico. Esta obra constituye así una culminación provisoria de las puestas en relación de los modelos formales con el pensamiento real, que caracterizan el período "estructuralista" de la obra piagetiana.

Es con un nuevo impulso que Piaget inicia luego la tercera etapa de sus investigaciones, abordando dos grandes problemas que habían quedado en suspenso: el pensamiento físico y la reformulación completa de una teoría de los mecanismos del desarrollo.

El estudio de *Las teorías de la causalidad*³ reunió a teóricos como Rosenfeld, Bunge, Kuhn, Halbwachs, y más tarde García, e incitó a los psicólogos a emprender un conjunto de investigaciones que condujeron, en particular, a la obra de Piaget y García *Las explicaciones causales* [1971].⁴

La génesis de las explicaciones causales condujo a Piaget a centrarse más sobre el papel del objeto en la formación de las operaciones del pensamiento y a desarrollar un interaccionismo integral. La epistemología genética de las categorías del conocimiento había sido completada, y los modelos lógico-matemáticos que servían de instrumentos estructurales para su análisis habían sido forjados. Había llegado, pues, el momento de profundizar en los mecanismos mismos del progreso del conocimiento en el niño, cuya importancia destacará a través de un estudio comparativo con la historia de las ciencias.

Los mecanismos del progreso del conocimiento pueden ser aprehendidos en las transiciones que conducen de un nivel de organización de menor adaptación del sujeto al medio (en tanto medio por conocer), a los niveles secundarios ulteriores. Piaget ha intentado dar cuenta de esta superación o aumento del conocimiento por un modelo referido a los mecanismos biológicos: el de la equilibración. Este mecanismo, que obedece a una guía de origen endógeno, permite neutralizar las perturbaciones productoras de desequilibrios. Las re-equilibraciones pueden ser fuente de novedades, en lugar de conducir necesariamente a una homeostasis. Los procesos particulares responsables de las superaciones de la integración de lo superado en formas nuevas de conocimiento son numerosos: la abstracción reflexiva y la generalización; la toma de conciencia y la tematización; la invención de posibles y las inferencias que conducen a la necesidad. Todos ellos son responsables de una evolución en espiral, de naturaleza dialéctica, que marca el papel importante de los desequilibrios que incitar al sujeto a readaptaciones productivas.

Esos mecanismos e instrumentos, ilustrados por numerosas conductas del niño cuando resuelve problemas, han resultado ser de una naturaleza tan general que sirven como heurística para un análisis profundo de las secuencias históricas de ciertas evoluciones del pensamiento matemático y físico.

La intención de los autores en esta búsqueda de mecanismos generalizados no es, en modo alguno, describir correspondencias término a término, ni menos aún suponer una

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

recapitulación de la filogénesis en la ontogénesis, ni tampoco el detenerse en la puesta en evidencia de analogías de sucesión. Lo que intentan saber es si los mecanismos de pasaje de un período histórico al siguiente, en el contexto de un sistema nocional, son análogos a los mecanismos de pasaje de un estadio genético a sus sucesores. Los ejemplos más sobresalientes son, sin duda, las explicaciones sucesivas que los niños dan de la transmisión del movimiento, que se elaboran en función de las operaciones de su propio pensamiento, y son comparables a las explicaciones del *ímpetu* dadas en épocas sucesivas por diferentes pensadores, de Aristóteles a Buridan y Benedetti. Lo esencial del trabajo se refiere al porqué de tales encadenamientos secuenciales en el pensamiento humano. Más importante epistemológicamente, y más imprevisto, es el descubrimiento de un proceso general que conduce de un análisis intra-objetual, o análisis de los objetos, al análisis que se podría llamar inter-objetual, que estudia las relaciones o transformaciones entre objetos, para llegar finalmente al análisis que los autores llaman trans-objetual, relativo a las construcciones de estructuras.

En la historia de la geometría, García distingue tres etapas: a) la geometría del pensamiento griego hasta el siglo XVIII; b) la geometría proyectiva de Poncelet y Chasles; y c) la concepción global de la geometría introducida por Klein. La geometría descriptiva de Descartes y Fermat y el cálculo diferencial e integral proveen los instrumentos que permiten la transición de a) a b), en tanto que la teoría de los grupos hace lo mismo con respecto a la transición de b) a c). Las similitudes entre esos progresos comprobados a través de los siglos, y las representaciones espaciales y geométricas del niño, que van de las intuiciones topológicas a la construcción de sistemas de referencia abstractos, pasando por la elaboración de nociones proyectivas, plantean problemas fecundos a una epistemología constructivista.

Ya sea que se trate de las filiaciones secuenciales de los descubrimientos y conocimientos humanos en los dominios del álgebra y de la geometría, o en los diferentes sectores de la física — particularmente en la mecánica — los datos observados y analizados por Piaget y García plantean sin cesar problemas epistemológicos nuevos. Así, gracias a la colaboración fecunda de esos dos grandes hombres de ciencia, esta obra maestra abre a la investigación caminos que sobrepasan las fronteras de la psicología y de la historia de la ciencia.

BARBEL INHELDER

¹ París, PUF, 1950 [versión en español: Buenos Aires, Paidós, 1975].

² *Études d'epistemologie génétique*, vol. xiv, París, PUF, 1961 [versión en español: Madrid, Ciencia Nueva, 1960].

³ *Études d'epistemologie génétique*, vol. xxv, París, puf, 1971 [versión en español: Salamanca, Sigüeme, 1977].

⁴ *Études d'epistemologie génétique*, vol. xxvi, París, puf, 1971 [versión en español: Barcelona, Barral, 1973].

INTRODUCCIÓN

La opinión más generalizada, tanto entre los hombres de ciencia como entre los historiadores de la ciencia, es que no existe ninguna relación entre la formación de las nociones y operaciones en los estadios más elementales, y su evolución en los niveles superiores. A esta opinión suele agregarse una creencia frecuente, aunque menos general: que la significación epistemológica de un instrumento de conocimiento es independiente de su modo de construcción, en tanto este último está vinculado a la historia y, eventualmente, a la psicogénesis, mientras que aquél depende del funcionamiento de este instrumento en un sistema sincrónico y actual de interacciones cognoscitivas, irreductibles, según esta hipótesis, a las consideraciones diacrónicas y, por ende, a sus etapas anteriores.

1. NIVELES DE DESARROLLO

El poco interés general por los estadios elementales del conocimiento proviene pues, sin lugar a duda, de la idea corriente según la cual el desarrollo de los conocimientos sería lineal, y cada etapa remplazaría así a la precedente, conservando ordinalmente algún vínculo con esta última, pero sin ninguna relación con las primeras.

En realidad, el proceso es muy diferente. En efecto, no sólo los estadios sucesivos de la construcción de las diferentes formas del saber son secuenciales —es decir, que cada uno es a la vez resultado de las posibilidades abiertas por el precedente y condición necesaria de la formación del siguiente—, sino, además, cada nuevo estadio comienza por una reorganización, a otro nivel, de las principales adquisiciones logradas en los precedentes. De aquí resulta una integración, hasta los estadios superiores, de ciertos vínculos cuya naturaleza no se explica sino a través de un análisis de los estadios elementales.

La obra que aquí presentamos proveerá numerosos ejemplos de tales hechos, pero, a fin de fijar las ideas, anunciaremos un par de ellos, esquemáticamente. Con respecto al orden secuencial en el plano de la historia, se pueden citar tres grandes períodos en la historia de las matemáticas: el realismo estático de los griegos que se basa en estados permanentes (figuras y números), los cuales proveen un conjunto de conocimientos previos que eran necesarios para el descubrimiento de las transformaciones algebraicas e infinitesimales del siglo XVII, cuyo análisis, a su vez, era indispensable para dar lugar a las estructuras propias de las matemáticas del siglo XIX y de nuestros días. Está claro que en el dominio físico los descubrimientos de hechos nuevos pueden modificar de manera variable el curso de las ideas y que éstas no presentarán tan claramente las mismas vecciones que en el dominio lógico-matemático.

En cuanto a las reorganizaciones nivel por nivel con integración de caracteres que se remontan hasta las fases iniciales, nuestra hipótesis general será la siguiente. En primer lugar, estableceremos una oposición entre la abstracción empírica, que extrae sus informaciones de los objetos mismos, y lo que llamaremos "abstracción reflexiva"¹ que procede a partir de las acciones y operaciones del sujeto. Esta segunda forma de abstracción tiene lugar a través de dos procesos necesariamente conjugados: 1/ un "reflejamiento" sobre un nivel superior (por ejemplo, de representación) de lo que se ha extraído de un nivel inferior (por ejemplo, de acción); y 2/ una "reflexión" que reconstruye y reorganiza, ampliándolo, lo que fue transferido por reflejamiento. En lo que respecta a la reflexión, es doblemente constructiva por dos razones complementarias. En primer lugar, el reflejamiento consiste en una puesta en correspondencia, y el mecanismo así puesto en marcha conduce, en el nivel superior, a nuevas correspondencias. Estas últimas asocian los contenidos transferidos con nuevos contenidos que son integrables en la estructura inicial, pero que permiten generalizarla. En segundo lugar, estos comienzos de morfismos conducen igualmente al descubrimiento de contenidos próximos, pero no directamente asimilables, a la

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

estructura precedente: tiene entonces lugar una transformación que, por un proceso completo, llega a integrar dicha estructura precedente, como subestructura de una estructura más amplia y, por consiguiente, parcialmente nueva. Este modo de construcción por abstracción reflexiva y generalización competitiva² se repite indefinidamente, nivel por nivel. El desarrollo cognoscitivo resulta así de la iteración de un mismo mecanismo, constantemente renovado y ampliado por la alternancia de agregados de nuevos contenidos y de elaboraciones de nuevas formas o estructuras. Esto explica por qué las construcciones más elevadas permanecen en parte solidarias de las más primitivas, en razón de este doble hecho: integraciones sucesivas e identidad funcional de un mecanismo, susceptible de repeticiones, pero que se renueva sin cesar sin virtud de su repetición misma en niveles diferentes.

A título de ejemplo muy general de este proceso (pero sin analizarlo aún en detalle, y limitándonos a dar sus resultados), se puede citar las relaciones entre el contenido de los observables y su forma lógico-matemática. La conquista de los hechos experimentales procede, seguramente, por aproximaciones sucesivas ligadas a la construcción de aparatos de registro. Éstos dependen, a su vez, de los modelos teóricos y de nuevos problemas que ellos suscitan. De aquí resulta una extensión progresiva de las escalas de observación en las dos direcciones (hacia escalas superiores y hacia escalas inferiores), y esto requiere, naturalmente, una reorganización necesaria cada vez que se procede a un nuevo refinamiento. La matematización cada vez más compleja de los observables, y sobre todo sus variaciones considerables en el curso de la historia, conducen así a dos creencias, de las cuales una está bien fundada, mientras que la otra es discutible y exige un examen de los hechos que se remonte a los estadios más elementales.

La primera creencia u opinión a que hacemos referencia consiste en afirmar que por mucho que sea matematizado un observable físico, en los niveles científicos, dicho observable corresponde sin embargo a un dato exterior al sujeto: esto equivale a decir que los objetos existen, aun cuando las aproximaciones que permiten acercarse a ellos no los alcancen jamás de manera exhaustiva, y que permanezcan, por consiguiente, en el estado de límites.

La segunda opinión frecuente es que si la matematización es obra del sujeto, y si el objeto existe, se debe poder trazar una frontera estable entre dicha matematización y los objetos, en cuyo caso un "hecho" físico, en cuanto tal, no llevaría consigo una dimensión lógico-matemática, sino que la recibiría posteriormente. Es aquí, sin embargo, donde se impone el análisis de las reacciones más primitivas. Tal análisis provee una respuesta decisiva: no solamente no existe frontera delimitable entre los aportes del sujeto y los del objeto (el conocimiento sólo llega a las interacciones entre ellos), sino que, además, uno no se aproxima jamás al objeto si no es en función de sucesivas logicizaciones y matematizaciones. Más aún, la objetividad misma va aumentando en la medida en que dichos procesos de logicización y matematización se van enriqueciendo. En efecto, el objeto elemental y perceptivo es en parte logicizado desde el comienzo, aunque es menos "objetivo" que el objeto elaborado. Esta logicización desde los comienzos se debe a que para recortar en objetos los cuadros perceptivos globales, y luego para atribuir a estos objetos la

¹ J. Piaget y colab., *Recherch.es sur l'abstraction réfléchéssante*, París. PUF, 1977, 2 vols.

² Decimos que hay "generalización completa" cuando una estructura, conservando sus caracteres esenciales, se ve enriquecida por nuevos subsistemas que se agregan sin modificar los precedentes. Por ejemplo, la incorporación al álgebra de las álgebras no conmutativas que completan a las conmutativas.

permanencia que les es constitutiva, es necesario que las acciones relativas a ellos se coordinen según formas asimilatorias de orden, de imbricación, de correspondencias, etc., que son ya de naturaleza lógico-matemática: la interdependencia de las relaciones espaciales, de las cuantificaciones (en más y en menos) de tales formas y de los contenidos, inaccesibles fuera de esos marcos debidos a las actividades cognoscitivas del sujeto, es pues general a todos los niveles y sólo puede ser verificada por el análisis psicogenético.

2. FORMACIÓN Y SIGNIFICACIÓN

Lo anterior nos conduce al problema central que será reanalizado sin cesar en esta obra: ¿la formación de los instrumentos cognoscitivos es de tal naturaleza que permite esclarecer la significación epistemológica que ellos poseen, o bien se trata de dos dominios heterogéneos, de los cuales uno pertenece a la psicología y a la historia mientras que el otro apela a métodos radicalmente independientes de aquéllas?

Aquí es necesario aclarar que el término "psicogénesis" da lugar a los malentendidos más perturbadores, y también más tenaces, en cuanto no se distinguen los dos problemas o terrenos de investigación siguientes: 1] la psicogénesis de los conocimientos o estudio de la formación y de la naturaleza de los instrumentos cognoscitivos, en tanto están sometidos a las normas que se da o acepta el sujeto en sus actividades intelectuales (sean endógenas o referidas al objeto); y 2] la psicogénesis de los procesos fácticos, en tanto que independientes de todo carácter normativo, es decir de la verdad o la falsedad (desde el punto de vista del sujeto), y sin más referencia que al funcionamiento psicofisiológico de los comportamientos (mecanismo material de las acciones, estados de conciencia, memoria, imágenes mentales, etc.). Resulta claro, entonces, que los autores que ponen en tela de juicio la importancia de la psicogénesis para la epistemología no vean sino este aspecto fáctico de los desarrollos, y olviden que en todos los niveles el sujeto obedece a normas cognoscitivas. El interés de estas últimas reside, sin embargo, en el dinamismo de sus construcciones sucesivas, para la constitución de todo conocimiento válido.

No se trata, por cierto, sino de normas precientíficas, pero el hecho fundamental para la epistemología de las ciencias es que el sujeto, partiendo de niveles muy bajos con estructuras prelógicas, arribará más tarde a normas racionales, isomorfas a aquellas que caracterizaron el nacimiento de las ciencias. Comprender el mecanismo de esta evolución de las normas precientíficas hasta su fusión con las del pensamiento científico incoactivo es, pues, un problema incontestablemente epistemológico. Por otra parte, este problema ha sido abordado a menudo, en el plano de la sociogénesis del conocimiento, con respecto a los números "naturales" (este término es, por sí mismo, el enunciado de un problema; ¡problema que también es nuestro!), a las clasificaciones, etc. El lógico E.W. Beth, poco sospechoso de tener un amor exagerado por la psicología, después de haber recordado la autonomía necesaria de la lógica (sin "psicologismo") y de la psicología del conocimiento (sin "logicismo", puesto que las normas que se estudian son las del sujeto y no las del lógico), agrega: "Pero la situación es diferente si uno se sitúa en el punto de vista de la epistemología, en la medida en que esta disciplina se propone interpretar la ciencia en tanto resultado de la actividad mental del hombre o, lo que es lo mismo, explicar cómo el pensamiento real del hombre puede producir la ciencia como sistema coherente de conocimientos objetivos."

En cuanto a precisar cómo el estudio de las normas cognoscitivas\ del sujeto permite llegar a los procesos propios de la constitución del saber, está claro que no ^habrá de recurrirse a declaraciones verbales, ni aun a un análisis de la toma de conciencia, sino esencialmente a un análisis de lo que "hace" el sujeto (por oposición a lo que piensa que hace) para adquirir y utilizar un conocimiento, o un "saber hacer", o para considerarlo como bien fundado. Puede ocurrir, entonces, que un mismo problema se presente sobre ambos terrenos, el de la epistemología de las ciencias y el de la

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

psicogénesis. Un buen ejemplo de este caso es la noción de "sólido indeformable". Hasta el siglo XIX, fue considerado por los geómetras como un dato empírico, y aun directamente perceptivo, lo cual los conducía a interpretar su propia ciencia como una matemática aplicada a un dato inmediato de la experiencia. Sólo tardíamente se llegó a la concepción que la atribución a un sólido de su carácter de (idealmente) indeformable se basaba en realidad en toda una estructuración deductiva que involucraba el grupo de los desplazamientos y una métrica con invariancia de las distancias. Por otra parte, una experiencia relativamente reciente, llevada a cabo en el Centro Internacional de Epistemología Genética, ha mostrado resultados sorprendentes en muchos sentidos. Se presenta a los niños un dispositivo triangular formado por varillas rígidas que unen tres pequeños anillos, A, E y C, de tal manera que fijando un lápiz en el agujero A, y haciendo desplazar el dispositivo, se puede dibujar la trayectoria. Lo que se pide es, simplemente, reconstituir los trayectos de B y C sobre el papel en el cual se ha dibujado el trayecto de A, y situarlos debajo de A (los tres puntos A, B y C forman pues un triángulo cuyo vértice superior es A). En tales casos, los sujetos más pequeños no llegan ni aun a conservar, en los puntos de llegada, la configuración que tenían A, B y C al comienzo de su trayectoria. En un segundo período, los sujetos respetan esta correspondencia pero no se preocupan por las posiciones intermedias, como si A, B y C tuvieran desplazamientos relativos entre ellos, durante la ruta, para retomar sus emplazamientos respectivos sólo a la llegada. No es sino en un estadio tardío y apoyándose en argumentos métricos y en el postulado de la invariancia de las relaciones entre los tres puntos durante el curso del desplazamiento que los sujetos llegan a resolver el problema.³ Resulta, pues, evidente que la indeformabilidad del dispositivo ha sido construida y no dada en la percepción visual, siendo que esta última estaba constantemente presente durante el desplazamiento muy lento del objeto en cada experiencia.

Hay ahí, por consiguiente, un ejemplo claro de una cuestión epistemológica (naturaleza empírica o construcción deductiva del concepto de sólido indeformable) que se presenta simultáneamente en el plano de la filosofía del saber geométrico y en el nivel de la psicogénesis. Pues bien: se ha verificado, así, que la respuesta que provee esta última confirma una interpretación de tipo racionalista, mientras que si la interpretación empirista hubiera sido cierta, es en los estadios elementales donde hubiera podido ser verificada.

3. PROBLEMAS DE LA HISTORIA

En lo que respecta a saber si la formación de los conocimientos nos informa sobre su significación epistemológica, en el plano mismo de la historia de las ciencias y no ya de la psicogénesis, se trata aquí de una hipótesis que se admite mas fácil y más corrientemente. En efecto, es un hecho aceptado que la ciencia está en un perpetuo devenir y que no puede considerarse ningún sector, por limitado que sea, como definitivamente establecido sobre sus bases y al abrigo de toda modificación ulterior, aun en el caso de que —como ocurre en las matemáticas— lo que está demostrado se integre en lo que sigue y no se vuelva a cuestionar: tal integración puede, efectivamente, mostrar que una verdad tenida por general, no constituye de hecho más que un caso particular. Aun en dicho caso, y en este sentido restringido, se puede, pues, hablar de error parcial y de rectificación. En estas condiciones de devenir general, va de suyo que un conocimiento no podría ser disociado de su contexto histórico y que, por consiguiente, la historia de una noción provee alguna indicación sobre su significación epistémica. A fin de establecer tales vínculos, es necesario formular el problema en términos de vecciones, es decir, de evolución de las normas en una escala que permita discernir las etapas, y no en términos fácticos de influencia de un autor sobre otro. En particular, desde este punto de vista, carece de interés el problema tan controvertido

del papel de los precursores en la obtención, por algún autor, de un nuevo sistema que englobe los aspectos particulares de un tema dado.

Para el punto de vista que adoptarnos, lo esencial es caracterizar los grandes períodos sucesivos del desarrollo de un concepto, o de una estructura, o de las perspectivas de conjunto sobre una disciplinada, y todo esto con aceleraciones y regresiones o sin ellas, con acciones de precursores o "rupturas epistemológicas". El problema central a considerar no es el de la continuidad o las discontinuidades (puesto que ambas intervienen en todo desarrollo), sino la existencia de las etapas mismas y, sobre todo, el porqué de su sucesión. El cuanto al papel de los precursores, es un problema psicológico mucho más que epistémico, según que el creador final desee prolongar o completar las intuiciones de aquéllos o, por el contrario, oponerse a ellas para rebasarlas, o que haya oscilación entre esas dos actitudes (que es el caso más frecuente).

No obstante, si bien todos reconocen el alcance epistemológico de estudio de los períodos históricos y de las vecciones que involucran, lo que se ve mucho menos es que hay una cierta falta de coherencia lógica en reconocer, por una parte, el poder de información que con tiene la historia por cuanto analiza la construcción del conocimiento y negar, al mismo tiempo, la misma capacidad en lo que se refiere la psicogénesis. Tal incoherencia se torna evidente en cuanto se pone de manifiesto el estrecho parentesco entre ambos tipos de investigación. La razón de tal parentesco no consiste solamente en que, como ya se ha dicho, las etapas del saber no se suceden simplemente en un orden lineal (lo cual hubiera permitido considerar que las etapas más elementales no desempeñan ningún papel ulterior), sino que, por el contrario, cada estadio o período comienza por una reorganización de lo que heredó de los precedentes estadios o períodos. Hemos visto a este respecto, un ejemplo relativo a la noción de sólido indeformable cuyo carácter de construcción deductiva ha quedado evidenciado como la forma efectiva en que se construye esta propiedad de indeformabilidad, tanto en el nivel psicogenético donde la experiencia refuta el carácter empírico a él atribuido como en el nivel científico.

Es preciso agregar que la razón principal por la cual hay parentesco entre los estudios histórico-críticos y psicogenéticos en la epistemología no reside solamente ahí. La razón es más profunda, consiste en que los dos tipos de análisis conducen tarde o temprano — y cualquiera que sea la magnitud de la diferencia entre los materiales utilizados— a reencontrar en todos los niveles instrumentos mecanismos similares, no sólo en las interacciones elementales entre sujetos y objetos, sino muy particularmente en la forma en que un nivel condiciona la formación del siguiente, lo cual nos conduce, como se verá, a formular los mismos problemas generales comunes a todo desarrollo epistémico.

4. EXPERIENCIA Y DEDUCCIÓN

El problema más general de todo desarrollo epistémico —puesto ya dé manifiesto en el ejemplo antes analizado, pero que reencontramos en todos los dominios— reside en la determinación del papel que desempeñan, en la elaboración de los conocimientos, la experiencia, por un lado, y las construcciones operativas del sujeto, por el otro. Consideremos, por ejemplo, los principios de conservación. Hay aquí dos consideraciones que resulta casi trivial volver a poner de manifiesto. En primer lugar, se trata de una exigencia de la deducción misma, puesto que si todo se transforma a la vez, sin invariantes, no hay posibilidad de establecer ninguna inferencia necesaria: esta es la razón por la cual Lavoisier postuló la conservación de los pesos en las reacciones químicas, antes de medirlos, y es igualmente la razón por la cual la noción de energía potencial se impone independientemente de toda medida directa. Pero, en segundo lugar, los principios de conservación han cambiado de contenido como ha sido el caso con la masa y la energía, en la física relativista, o con la "acción" en microfísica: se trata, en este caso, de un papel indispensable que desempeña la

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

experiencia. De aquí proviene la declaración de Poincaré: sabemos siempre que hay algo que se conserva, pero es la experiencia la que indica qué es lo que se conserva. A este respecto, uno de los resultados más instructivos de los estudios psicogenéticos ha sido el mostrar el carácter no inmediato de las conservaciones más simples, como aquellas que están vinculadas con la pura aditividad, así como permitir seguir paso a paso la formación de las operaciones constitutivas de tales invariantes. Sobre el primer punto, se puede citar la no conservación inicial del número⁶ cuando se modifica sin más la disposición espacial de un conjunto de 7 a 10 objetos dispuestos en fila, en cuyo caso el niño (hasta los 7 años aproximadamente) se imagina que el número ha aumentado en cuanto se espacian un poco más los elementos, aumentando la longitud de la fila. Sobre el segundo punto, recordemos los resultados que se obtienen cuando se transforma, alargando como salchicha, una bola de plastilina: después de haber negado que la cantidad de materia, el peso y el volumen se conserven, los sujetos llegan a considerar como necesario que la cantidad (o sustancia total) permanezca invariante, mientras que se considera que el peso y el volumen todavía están sufriendo modificaciones. Pero entonces, ¿qué puede ser una cantidad de materia independientemente de su peso y de su volumen? No se trata, ciertamente, de un dato perceptivo, ni aun perceptible, sino de una exigencia lógica. Además, es posible seguir su formación. En el nivel de la no conservación, el sujeto ve ya naturalmente que el cambio de forma se debe al desplazamiento de partes, pero no las interpreta sino como producciones nuevas en los puntos de llegada, sin pensar en lo que es sustraído en los puntos de partida: si en lugar de empujar simplemente con los dedos las partes desplazadas, uno quita un trozo de la bola y la vuelve a colocar en la dirección del alargamiento, el sujeto llega más fácilmente a admitir la conservación, lo cual confirma nuestra hipótesis. La operación constitutiva en juego podría pues ser caracterizada por la "conmutabilidad", si entendemos por ella una igualización o compensación entre lo que es sustraído al comienzo y lo agregado al final (independientemente del orden lineal propio de la conmutatividad)⁷. la generalidad de este proceso inferencial presenta un cierto interés epistemológico, puesto que subordina la invariancia a un sistema de compensaciones operatorias que le proveen una forma deductiva, sin perjuicio de que sea la experiencia la que hace corresponder los contenidos adecuados.

¹ E.W. Beth y Piaget, *Epistémologie, mathématique et psychologie*, París, PUF, 1961, Conclusiones generales, p. 325.

² J. Piaget y colab., *Recherches sur les correspondances*, París, puf, 1980, eeg 37; cap, 4

³ En su interesante "Introducción" al libro *Génesis de la pensée e linguistique* [Parí A. Colín, 1973], A. Jacob declara que "una enseñanza epistemológica fundamental ha sido, para él, "reconocer que la lectura del devenir de las teorías lingüísticas no privilegia ni la continuidad ni la discontinuidad" (p. 35).

⁴ J. Piaget y A. Szeminska, *La genèse du nombre chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux y Niestlé, 1941.

⁵ J. Piaget y B. Inhelder, *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*, 2a. ed., Neuchâtel, Delachaux y Niestlé, 1962.

5. INSTRUMENTOS INICIALES DEL CONOCIMIENTO

Lo anterior nos conduce a un segundo «gran problema cognoscitivo común a los estudios histórico-críticos y psicogenéticos en epistemología: el que concierne a la naturaleza las relaciones entre el sujeto y los objetos de su conocimiento, sea que se trate de objetos lógico-matemáticos o físicos. No se trata, todavía, de formular esta cuestión en términos de las grandes interpretaciones empiristas, aprioristas o dialécticas, aunque seremos conducidos a ellas; se trata, más simplemente, de establecer qué tipos de instrumentos utiliza el sujeto para resolver los problemas, de dónde surgen, y cómo son elaborados.

A este respecto, si consideramos un sistema de conocimientos en su estado ya acabado (por ejemplo, una vez axiomatizado), podemos tener la impresión de que los conocimientos así sistematizados se reducen a enunciados (recordemos que el positivismo lógico intentó en sus comienzos hacer del lenguaje y de la percepción la fuente de todos los instrumentos del saber lógico-matemático y físico). Sin embargo, el problema está en examinar por medio de qué instrumentos han sido adquiridos los conocimientos, antes de sus formalizaciones, puesto que estas últimas se apoyan necesariamente en algo que fue previamente adquirido, a menos de acantonarse en la lógica pura que de cierta manera, una formalización de la actividad formalizante. Notemos sin embargo, que aun en el plano de la axiomática estricta se puede distinguir una dualidad de procesos comunes a todos los dominios del conocimiento y cuyas múltiples manifestaciones pueden seguirse a través de la historia: la dualidad de los instrumentos comparativos (las correspondencias), y de los instrumentos transformadores (o construcciones operatorias). En efecto, una axiomática involucra, por una parte, un conjunto de implicaciones que son, para el caso $p > q$, correspondencias inyectivas entre la verdad de p y la verdad de q . Pero, por otra parte, los teoremas resultan de la combinación de axiomas no redundantes (cuando no se trata de implicaciones a partir de un solo axioma); y en este caso hay "transformaciones" si designamos así la construcción de nuevos contenidos a partir de otros que no los contienen analíticamente. En efecto, una composición de axiomas distintos llega a ser algo más que la enumeración de lo que cada uno de ellos contiene separadamente, y el producto de esta síntesis no es, pues, analítico.

Si consideramos ahora los conocimientos con anterioridad a sus formalizaciones, encontramos en todos los niveles la misma dualidad entre los instrumentos comparativos constituidos por las correspondencias, y las operaciones transformantes, pero con una solidaridad creciente, en particular en la medida en que las transformaciones han podido ser estudiadas en sí mismas. Desde las matemáticas griegas se ha hecho uso de múltiples operaciones, tanto en las transformaciones de una figura con vistas a una demostración geométrica, como en la manipulación de los números, y está claro que cualquier ecuación involucra un juego de correspondencias. Estas últimas fueron elaboradas hasta obtener incluso una teoría completa de las proporciones. Sin embargo, en ausencia de "una toma de conciencia de las transformaciones como tales, las correspondencias utilizadas no lograron el nivel que presentaron de manera explícita en el caso del álgebra y del análisis infinitesimal del siglo XVII. A partir de esta época, se asiste a la construcción de una multiplicidad creciente de transformaciones reconocidas en tanto que operaciones efectivas y en solidaridad estrecha con las correspondencias. Pero la tematización final de las transformaciones en "estructuras", y de las correspondencias en "categorías", se realizó en dos momentos diferentes, lo cual constituye una prueba suplementaria y significativa de su dualidad.

Uno de nosotros ha intentado mostrar, en otra parte, que el retardo de la teoría tematizada de las segundas con respecto a las primeras se explicaría por el hecho de que, en la medida en que toda tematización es un sistema de comparaciones a base de correspondencias la reflexión comparativa relativa a las estructuras de transformación es directa, o sea de primer grado,

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

mientras que la tematización de las categorías supone una reflexión sobre los propios instrumentos reflexivos y es, por consiguiente, de segundo grado.

Si recordamos aquí estos datos es porque hay allí un buen ejemplo de proceso histórico que puede ser esclarecido por la psicogénesis. En primer lugar, los hechos que ésta pone en evidencia prueban de manera decisiva que los instrumentos iniciales del conocimiento no son ni la percepción ni el lenguaje, sino los esquemas de las acciones sensorio-motrices. Tales esquemas dominan desde el comienzo las percepciones y no se verbalizan en conceptos o no se interiorizan en operaciones del pensamiento sino mucho después. Por otra parte, cada esquema de acción es fuente de correspondencias en la medida en que se aplica a situaciones u objetos nuevos, mientras que la coordinación de los esquemas es fuente de transformaciones en tanto que engendra nuevas posibilidades de acción. Hay, pues, desde un comienzo, dualidad pero solidaridad posible entre las correspondencias y las transformaciones. Sin embargo, debe agregarse el hecho esencial de que, puesto que la toma de conciencia está en un comienzo orientada hacia el exterior (resultado de las acciones) y no hacia el interior (coordinación endógena de las acciones), las correspondencias habrán de permanecer por largo tiempo independientes de las transformaciones, antes de que ambas entren en interacción. Encontramos a este respecto una situación que puede ser puesta en paralelo con los comienzos del pensamiento científico, y por las mismas razones, puesto que las leyes de la toma de conciencia aparecen como muy generales y explican además por qué, en todos los niveles, la tematización de una operación es siempre ulterior a una fase de utilización no reflexiva.

6. CONSTRUCCIÓN Y PREFORMACIÓN

Un tercero y gran problema, a propósito del cual la comparación de la historia con la psicogénesis es instructiva, es el de establecer en qué medida un conocimiento nuevo estaba preformado en un conocimiento precedente, o si surge de una construcción efectiva, susceptible esta última de estar, a su vez, predeterminada. Puede parecer curioso que se plantee tal cuestión a propósito de la psicogénesis, puesto que, para el sentido común, el niño no inventa nada y recibe por educación todo lo que aprende. Sin embargo, la mejor prueba de la falsedad de esta tesis es el desarrollo espectacular que tiene lugar en el curso de los dieciocho primeros meses de vida, cuando el niño no habla todavía y sólo está provisto de un pequeño número de conductas: sin embargo, el progreso de su inteligencia y la construcción del espacio, de los objetos permanentes, de la casualidad, etc., atestiguan una sorprendente multiplicidad de invenciones y descubrimientos. Resulta de aquí que, ya a partir de este período, se plantea el problema de saber si se trata de novedades sucesivas, de la ejecución de un programa hereditario, o aun de la actualización de posibilidades implicadas desde el comienzo en ciertas intuiciones sintéticas *a priori*.

Sobre el terreno de las ciencias deductivas, el problema es de una gran dificultad puesto que, por muy creadora que aparezca una invención en el momento en que se hace, sus resultados, una vez demostrados, se tornan tan "necesarios" que no se puede evitar ver en ellos el descubrimiento de objetos y de relaciones que existían con anterioridad. De aquí que, aun sin apelar a un sujeto trascendental o trascendente que mantenga en su seno todas las verdades lógico-matemáticas, los matemáticos son casi siempre más o menos platónicos. Pero si así fuera, ¿dónde habría que situar a los "seres" matemáticos y cómo concebirlos? A este respecto, cabe hacer notar que la noción de estos "seres" se ha modificado profundamente en la ciencia contemporánea: cualquier operación o cualquier morfismo es un "ser" con el mismo título que un número o una figura, en cuyo caso no se ve muy bien que podrían ser

una operación o una comparación por correspondencia sin un sujeto que opere o que compare. ¿Se podría tratar, entonces, de un mundo de construcciones "posibles"? Pero el conjunto de "todos" los posibles es una noción antinómica, y lo que se da no consiste sino en aperturas continuas sobre nuevas posibilidades. Esto llevaría pues a un constructivismo, a menos que nos preguntemos, frente a cada nueva apertura, si estaba o no predeterminada.

Respecto a este problema no hay, en efecto, sino dos actitudes coherentes: situar a los "seres" matemáticos fuera de la naturaleza y hacer de ésta —como lo hace G. Juvet —⁸ un sector muy pequeño del universo de esos "seres"; o considerarlos como pertenecientes a la naturaleza y referidos, por consiguiente, a procesos temporales, pero alcanzando la intemporalidad una vez logrado el nivel de las necesidades intrínsecas, las cuales se tornan permanentes a partir de su constitución. No obstante, al vincular así las formas lógico-matemáticas al espíritu humano, queda todavía la posibilidad de considerarlas, ya sea como predeterminadas en virtud de una programación hereditaria, o bien como resultado de construcciones sucesivas y siempre innovadoras.

Es aquí donde se impone el recurso a la historia y a la psicogénesis; la primera habrá de mostrar sin ambigüedad que la necesidad evoluciona (¿qué queda hoy de lo que parecía "necesario" a los griegos?), mientras que la segunda nos informará sobre la manera en que esa "necesidad" se constituye bajo sus formas más simples. Tratándose, pues, de elegir entre el innatismo y la construcción, y dando por sentado que el espíritu humano es un producto de la organización biológica antes que predomine en él la cultura colectiva, los hechos parecen indicar que el mecanismo orgánico que desempeña el papel fundamental en esta génesis no es la herencia, sino un sistema de autorregulaciones. Considerar las estructuras matemáticas como innatas presenta, en efecto, los más graves problemas biológicos, además de no esclarecer en absoluto el misterio de su naturaleza. Por el contrario, el mecanismo mismo de las regulaciones, con sus composiciones y la dirección retroactiva de *los feedbacks*, parece ya preparar las estructuras operatorias con su reversibilidad. A su vez, los largos y laboriosos tanteos que preceden, en el curso de la psicogénesis, a la construcción de los invariantes, de la transitividad y de la recursividad, serían difícilmente comprensibles si estas propiedades operatorias fundamentales estuvieran programadas hereditariamente y su constitución relativamente tardía (alrededor de los 7 años) no estuviera relacionada sino con las maduraciones nerviosas. Esto resulta tanto menos verosímil en la medida en que, según sean los dispositivos experimentales utilizados, uno puede acelerar estas construcciones o hacerlas más lentas. Sin embargo, una vez que resultan posibles, con cierta rapidez tienen lugar generalizaciones que pueden llegar a veces hasta el infinito. Ya a los cinco años y medio, un sujeto que admitía que si $n = n'$, $n + 1 = n' + 1$, cuando se le preguntó qué pasaría si uno continuaba así por mucho tiempo, respondió: "Cuando uno lo sabe para una vez, lo sabe para siempre."⁹

Este pasaje de la construcción temporal a la necesidad intemporal, que va de suyo en una perspectiva constructivista, pero que presentaría el problema insoluble de la localización del infinito si éste no estuviera vinculado a la iteración ilimitada de un "acto", y debiera consistir en un "ser" predeterminado en un programa hereditario o en una realidad platónica, acerca de la cual nadie ha podido decir jamás mediante qué tipo de mecanismo mental podría ser alcanzada.

⁸ G. Juvet, *La structure des nouvelles théories physiques*, 1933.

Todos los hechos que serán descritos en esta obra, mostrándolas analogías entre las construcciones históricas y los procesos psicogenéticos, confirmarán, por otra parte, una verdad bien conocida y que es esclarecedora en cuanto a la elección entre la hipótesis constructivista y la hipótesis de la preformación: antes de la tematización de una estructura, sus operaciones constitutivas intervienen ya, a título instrumental, en la fase anterior de construcción, de tal manera que la construcción se apoya de hecho en la estructura en devenir, de la misma manera que la saturación de ésta supone su integración en una estructura superior más fuerte. Estos hechos, que surgen a la vez de la construcción temporal y de la teoría intemporal de los límites de la formalización, muestran el parentesco de estas dos clases de consideraciones aparentemente heterogéneas, así como la necesidad de concebir a todos los “seres” lógico-matemáticos como si debieran su existencia sólo a las acciones y no a un dato independiente del sujeto.

7. CAMINOS DIFERENTES Y SUS PUNTOS DE LLEGADA

Si los "seres" matemáticos son engendrados por las construcciones del sujeto, y si las verdades físicas están subordinadas a la vez a estas construcciones y a las posibilidades de acciones de los experimentalistas, parecería que resultara de allí una consecuencia aparentemente inquietante: puesto que el estado de un sistema cognoscitivo en el punto de llegada depende del camino que ha conducido a él, ¿no pondría lograrse un mismo estado por dos caminos diferentes? En tal caso, esto equivaldría a decir que un objeto X (objeto real u objeto de pensamiento) no sería ya el mismo X, sino otro (X'), si en lugar de seguir el trayecto t_y hubiera seguido un trayecto t' que condujera a X'. Podríamos así concebir que, si nuestros conocimientos físicos hubieran comenzado sobre el terreno biofísico, en lugar de los dominios inorgánicos, hubiéramos quizá llegado a otra física subordinada desde el inicio a la noción de campo o de estructuras disipativas en el sentido de Prigogine;¹⁰ o que otra matemática hubiera sido posible si los griegos hubieran partido de postulados no euclidianos o no arquimédicos. Por el contrario, si se cuestionan estas suposiciones, y se atribuye al espíritu humano una sola física y una sola matemática posible, esto nos conduciría a la hipótesis de la predeterminación de los conocimientos. Parecería, pues, que estamos en presencia de una alternativa ineluctable: o una diversidad heterogénea de caminos y de resultados posibles, o la preformación del saber.

Hay dos razones, sin embargo, para negarse a aceptar tal dilema. En primer lugar, los resultados diferentes obtenidos por caminos distintos serán tarde o temprano coordinados por medio de transformaciones más o menos complejas entre X y X'. En segundo lugar, las coordinaciones transformantes no son posibles sino a posteriori, y no pueden, por consiguiente, estar preformadas. La confianza en la intervención de tales coordinaciones se funda en el hecho de que la naturaleza (o el "mundo") existe, y que por muy poco estática que sea — puesto que involucra una evolución continua de los seres y de la mente— dicha naturaleza no es contradictoria. Ahora bien, en el seno de esta naturaleza se presentan dos puntos de unión entre la mente y la realidad física, lo cual asegura su interacción y aun bajo una forma cuasi-circular: una juntura terminal que permite al sujeto hacer experiencias sobre el mundo exterior, y una juntura inicial que liga su mente a su organismo y este último a las estructuras del inundo físico con las cuales está en interacción continua. De aquí resulta que aún cuando las construcciones de la mente rebasen muy ampliamente (y aun "infinitamente") las fronteras de los fenómenos, puede de todas maneras haber acuerdo entre aquéllas y éstos, y que cuando caminos diferentes de investigación

hayan llegado a resultados aparentemente incompatibles, se puede esperar siempre que sean coordinables mediante la invención de nuevos instrumentos cognoscitivos.¹¹ Un buen ejemplo es el de la onda y la partícula en microfísica: concebidas en un comienzo como mutuamente exclusivas, luego como simple mente asociadas, sus relaciones permanecen hoy plenas de misterio pero hay certeza entre los físicos de poder llegar a explicarlas tarde o temprano. Sin embargo, tales coordinaciones no podrían ser concebidas como predeterminadas, y esto por dos razones, de las cuales una proviene de la mente y la otra de la realidad exterior. La primera resulta del hecho de que los términos a coordinar son nuevos y variables, de tal manera que sus relaciones no pueden ser establecidas sino por construcciones a posteriori. La segunda es que, por muy dinámica que sea la naturaleza, y por mucho que sea fuente de transformaciones, su forma de proceder es sólo a través de aperturas sucesivas; nuevas variaciones en función de modificaciones situadas también en el tiempo: decir que todas las combinaciones concebibles están preformadas en un conjunto inicial de "todos" los posibles es, pues, una afirmación desprovista de sentido, tanto más cuanto que el "todos" no constituye sino una reunión concebida ella misma como "posible", pero en un sentido que se refiere, a la vez, a esta clase y sus subclases.

8. LA NOCIÓN DE "HECHOS"

La cuestión de las relaciones entre los hechos y las interpretaciones se presentará sin cesar en las páginas que seguirán, dedicadas en gran parte a la epistemología de la física y las matemáticas. Por consiguiente, puede ser útil referirnos con cierta precisión, en esta introducción, a los problemas que presenta la noción misma de "hecho". Como ya señalarnos en la sección 1, un observable, por elemental que sea, supone ya mucho más que un simple registro perceptivo, puesto que la percepción como tal está ella misma subordinada a los esquemas de acción: estos últimos, en tanto que involucran una logización por el juego mismo de sus puestas en relación, imbricaciones, etc., constituyen entonces el marco de todo observable. Por consiguiente, este último es, desde el inicio, el producto de la unión entre un contenido dado por el objeto, y una forma exigida por el sujeto a título de instrumento necesario de toda verificación. Si esto es cierto acerca de los "registros" perceptivos, con mayor razón tales construcciones del sujeto se tornan más y más importantes cuando se pasa de allí a los diferentes estadios de la interpretación, de los cuales existen varios hasta llegar a los niveles terminales caracterizados por la búsqueda de la explicación causal.

Podemos pues, considerar el "hecho" —ya sea que se trate de una propiedad, de una acción o de un evento cualquiera— como un observable, pero a partir del momento en que es "interpretado", es decir, revestido de una significación relativa a un contexto más amplio, mientras que un simple observable posee una significación (puesto que toda asimilación confiere ya una significación) que puede permanecer enteramente local en el espacio y aun en el tiempo. Por consiguiente, un hecho es, siempre, el producto de la composición entre una parte provista por los objetos y otra construida por el sujeto. La intervención de este último es tan importante, que puede llegar hasta a una deformación o, aún más, a una represión o rechazo del observable, lo cual desnaturaliza el hecho en función de la interpretación. Veamos un ejemplo. Para disparar una piedra amarrada a un hilo, que se hace girar en círculos a fin de hacerla entrar en una caja situada delante de ellos, los niños aprenden rápidamente a lanzar la piedra tangencialmente en las posiciones precisas.¹² Si representamos al círculo por un cuadrante horario horizontal, y referimos las posiciones de la piedra a las horas marcadas en el cuadrante, el lanzamiento debe realizarse cerca de las 3 horas o de las 9 horas. Pero cuando se les interroga sobre lo que han hecho, creen haber liberado el proyectil enfrente mismo de la caja (es decir en posición correspon-

diente a las 12 horas): hay allí una deformación del observable en función de una falsa interpretación, según la cual un proyectil no puede llegar a su blanco a menos que sea lanzado según la recta que une a quien lanza el proyectil con el blanco.

Otros numerosos ejemplos podrían ser citados en el plano de la psicogénesis, pero también en la historia de las ciencias se encuentra una actitud análoga cuando un investigador, antes de aceptar un hecho que desmiente sus teorías, trata por todos los medios de atenuar su alcance: el mismo Planck, habiendo descubierto su primer ejemplo de quanta, buscó durante algunos años dónde podría centrarse lo que él creía era un error, antes de decidirse a reconocer el hecho. Si la interpretación del sujeto resulta clara en los casos que es errónea, no es menos necesaria para la constitución del hecho cuando es correcta, cualquiera que sea el nivel: la caída de manzana es un hecho para un campesino que ve en ello la reacción normal de una fruta madura, tanto como para Newton, a quien se atribuye haber reconocido ahí un ejemplo de la gravitación.

Pero si la interpretación propia de la constitución del hecho muestra ya que, en todos los niveles, un hecho es siempre solidario de un sistema de conceptos o de esquemas sensorio-motrices, conviene sin embargo precisar que este tipo de interpretación, aunque superior a la asimilación simple que sirve de registro del observable, no es sino la menos compleja de una serie jerárquica que conduce al objeto, a la legalidad y, finalmente, a la interpretación causal, es decir explicativa. Los observables pueden contentarse con un solo esquema para ser registrados, sin perjuicio de su diferenciación por acomodación en caso necesario. Por el contrario, nosotros admitiremos hay un "hecho" a partir del momento en que se torna necesario un sistema de esquemas: decir que esta manzana ha caído, que esta montaña está cubierta de foresta o que la puesta de sol ocurrió a tal hora, en este lugar, y en tal fecha, son hechos, todos los cuales; suponen coordinaciones de conceptos. Pero aun cuando haya allí un progreso con respecto a los observables constitutivos, estamos todavía muy lejos de una teoría deductiva, causal o meramente legal.

Notemos, antes de llegar ahí que el "objeto" se constituye en relación con los hechos, es decir, en el mismo nivel, pero según una dualidad de significaciones. La formación del objeto supone coordinación de hechos. Esto es evidente desde los comienzos mismos de la permanencia del objeto, en el período sensorio-motriz, con la intervención de posiciones, sucesiones, etc., que permiten finalmente a un bebé buscar un objeto oculto por una pantalla. Pero, recíprocamente, un hecho, en tanto solidario de un sistema de esquemas adquiere la significación ampliada que lo distingue de un observable sino en la medida en que expresa propiedades o acciones de objeto. Se puede, pues, considerar al objeto como una síntesis de hechos referidos a un mismo sustrato, y los hechos como la expresión de relaciones o de acciones entre objetos, o interiores a uno de ellos (pero, en este caso, con correspondencias posibles con respecto a los otros).

⁹ P. Greco, B. Inhelder, B. Matalón y J. Piaget, *La formation des raisonnements récurrentiels*, París, PUF, 1963, EEG 17.

¹⁰ P. Glansdorff e I. Prigogine, *Structure, stabilité et fluctuations*, París, Masson, 1971.

¹¹ Esta dependencia de los resultados con respecto al camino recorrido está, como es sabido, limitada a los sistemas abiertos. Por el contrario, es una ley fundamental de los sistemas cerrados que la identidad de un mismo punto puede ser lograda por caminos diferentes.

9. LEGALIDAD Y CAUSALIDAD

Dicho lo anterior, resulta claro que el progreso subsiguiente en las interpretaciones que involucran la constitución de hechos se deba a una generalización que conduce al establecimiento de "hechos generales". Un hecho general no es otra cosa que una ley. Esto es cierto ya desde los niveles elementales, aunque su logización permanece cualitativa; por ejemplo, cuando un bebé descubre que todo objeto suspendido puede ser balanceado. Pero, también en los niveles altamente matematizados, una ley física permanece en el estado de hecho general en tanto su generalidad sea de naturaleza inductiva y no resulte todavía de conexiones necesarias: en efecto, la matematización en juego no consiste, en esta situación, sino en un conjunto de formas "aplicadas" por el físico a un contenido provisto por la experiencia; y si el empleo de tal forma, en grados diversos, está dictado por la naturaleza de su contenido, este último no está revestido aún de caracteres necesarios en tanto no esté inserto en un sistema de relaciones causales. Estas últimas, por el contrario, rebasan las fronteras de los hechos y de las leyes, puesto que son a la vez consecuencia necesaria de otros hechos y fuente de nuevas transformaciones. La interpretación en juego en la construcción de un modelo causal es pues de un nivel jerárquico superior al de la interpretación constitutiva de hechos y de leyes, aun cuando puedan comenzar, cronológicamente, en simultaneidad con ésta: lo que la interpretación causal aporta de nuevo es entonces, precisamente, la necesidad "atribuida" a las secuencias en su mismo contenido, y esta necesidad intrínseca es muy distinta de la obligación de aplicar tal forma lógico-matemática a tal contenido, el cual permanece, en este caso, simplemente comprobado y no explicado. Recordemos, sobre todo, que la necesidad de las secuencias no es lo mismo que su generalidad, y que cuando se habla de "leyes causales" para designar secuencias simplemente regulares (por lo tanto ya generales), hay un abuso de lenguaje: la causalidad no expresa solamente el "hecho" de que B sigue "siempre" a A, sino que pretende desentrañar el modo de transformación que conduce de A a B; por ejemplo, la transferencia de mv o de $1/2mv^2$, de una bola a la siguiente, en el caso de una propulsión.

Importa, por lo tanto, precisar las diferencias entre la ley y la causa y, para hacerlo, analizar la naturaleza de los intermediarios entre las inferencias legales y la deducción causal. En efecto, establecer hechos generales o leyes puede dar lugar a dos clases distintas de inferencias. Está, ante todo, la inferencia inductiva que permite al físico poner en correspondencia sus medidas y poner de manifiesto las relaciones generales bajo la forma de ecuaciones funcionales. Estas relaciones constituyen por lo tanto formas "aplicadas" a los contenidos y cuya elección está obligada por ellos, pero a nivel de verificación y sin carácter de necesidad. Por otra parte, una vez que las leyes están así establecidas, es posible, gracias a nuevas inferencias, coordinarlas en un sistema deductivo tal que las leyes particulares estén insertas en otras más generales. En este caso, las formas están vinculadas por conexiones necesarias, independientemente de que permanezcan siempre en el estado de formas aplicadas y simplemente determinadas por sus contenidos. En cuanto a estos últimos, sus diversos grados de generalidad comprobada (pero solamente comprobada) permiten la constitución de imbricaciones inclusivas, pero sin dar las razones intrínsecas y, por lo tanto, la explicación.

¹² J. Piaget y colab., *La prise de conscience*, París, PUF, 1974.

La causalidad comienza, por el contrario, cuando las transformaciones descritas hasta ahí tan sólo como "hechos" pueden ser coordinadas en estructuras totales cuyas leyes de composición subordinan las imbricaciones a transformaciones operatorias, necesariamente solidarias en tanto sistemas cerrados cada uno de los cuales comporta su propia lógica (tal es el caso de la estructura de grupo). Hay, en este caso, pasaje de relaciones inclusivas a relaciones constructivas o, más precisamente, de una clasificación a un álgebra; y son las transformaciones propias de los modelos algebraicos así constituidos las que se tornan, por este mismo hecho, explicativas. Pero, como se puede ver, las relaciones entre formas y contenidos son modificadas; es el contenido mismo el que se convierte en base y fuente de conexiones necesarias, puesto que los objetos, relaciones y transformaciones de la realidad (es decir, de un contenido dado) no son ya simplemente interpretados por una traducción posible en las formas lógico-matemáticas del sujeto, sino que devienen los operadores de la estructura algebraica aceptada por esa realidad. Tal es la forma superior de la serie de interpretaciones que comienza con el "hecho", y podemos por consiguiente caracterizarla diciendo que en ese caso las operaciones en juego no son ya simplemente "aplicadas" a los objetos, sino que se les "atribuye" el ser interiores a la estructura algebraica del sistema real. Este sistema no es conocido por el sujeto más que a través de los modelos que él ha construido y que engloban las leyes establecidas, de tal suerte que las operaciones ahora atribuidas pueden ser en parte las mismas que aquellas que no consistían sino en aplicaciones: pero lo que es nuevo, y lo que define lo que es propio de la causalidad, es su integración en estructuras caracterizadas por la necesidad interna de sus composiciones.

Precisemos, además, que la explicación causal, es, a su vez, susceptible de grados y de aproximaciones sucesivas, tanto como la misma legalidad: una vez que se pone de manifiesto la transformación que explica el pasaje de A a B, se presenta la cuestión de saber por qué es así, y a un nuevo progreso del "cómo", sucederá un nuevo "por qué", etc. Resultan así estructuraciones intermediarias que algunos autores encuentran ya explicativas, mientras que otros sólo ven allí una legalidad más profunda. Un buen ejemplo de esta situación lo encontramos en los primeros modelos meteorológicos construidos por V. Neumann y J. Charney con ayuda de la primera computadora electrónica. Ciertos especialistas no vieron en esos modelos más que un sistema de ecuaciones que describía el movimiento de la atmósfera y que no rebasaba el nivel de la legalidad, aun cuando permitiera cierto tipo de pronósticos. Para otros, por el contrario, las transformaciones en juego tenían carácter explicativo por el hecho de que involucraban una teoría hidrodinámica y termodinámica de la atmósfera. En nuestro lenguaje, esto equivale a decir que los primeros se centraron en la forma y no percibieron sino operaciones aplicadas, mientras que los segundos consideraron que el contenido mismo estaba involucrado y que por consiguiente se trataba de operaciones "atribuidas".

10. DESCUBRIMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

El punto de vista que será desarrollado a lo largo de esta obra responde a una de las afirmaciones fundamentales de la epistemología genética: la naturaleza constructivista de nociones tales como validez, necesidad y justificación del conocimiento.

Tal afirmación se opone a lo que sostienen los autores que pertenecen a las escuelas positivistas y neopositivistas que han influido decisivamente en la filosofía de las ciencias, particularmente en el mundo anglosajón, durante la primera mitad del siglo XX. Quizá la expresión más característica de la posición neopositivista con respecto a esta cuestión se encuentra en la obra de Reichenbach, *Experience and prediction*.¹³

¹³ H. Reichenbach, *Experience and prediction*.

Reichenbach introduce una distinción radical entre lo que él llama "el contexto del descubrimiento" (*context of discovery*) y "el contexto de justificación" (*context of justification*). El primero se refiere al proceso de descubrimiento científico, a la manera en la cual un hombre de ciencia llega a concebir un nuevo concepto, construye una nueva teoría, o encuentra una nueva explicación para un fenómeno que hasta entonces no había sido explicado. El segundo, por el contrario, sólo se refiere a la forma de validar un concepto o una teoría científica o, dicho de otra manera, a su justificación racional, su legitimación en el interior de un conjunto de conocimientos aceptados.

El estudio del contexto del descubrimiento pertenece a la psicología y a la historia. Es, por consiguiente, según Reichenbach, ajeno a la filosofía de la ciencia, la cual debe tener en cuenta solamente el contexto de justificación.

A partir de esta distinción surge una consecuencia inmediata: para validar el conocimiento es necesario despojarlo de todas las connotaciones que haya podido adquirir en el proceso de descubrimiento.

La justificación exige, por lo tanto, una verdadera reconstrucción del conocimiento, a fin de poner en evidencia su coherencia (desde el punto de vista de su lógica interna) y su confirmabilidad (desde el punto de vista de su adecuación a la realidad). El objetivo de la filosofía de la ciencia se convierte, así, en la reconstrucción racional del pensamiento científico.

Una de las objeciones inmediatas a tal posición consiste en mostrar que la teoría neopositivista no provee, en ninguna de sus formulaciones, una fundamentación para sus propias afirmaciones, un método que garantice su validez. Sin embargo, las principales dificultades para aceptar la posición neopositivista no se encuentran ahí.

Toda teoría que introduce una dicotomía entre procesos constructivos y métodos de validación, en la elaboración de teorías científicas, hace referencia explícita o implícitamente al sujeto cognoscente, atribuyéndole un papel particular a lo largo del proceso. Esto es cierto, por otra parte, con respecto a toda la epistemología. Cuál es el papel que corresponde al sujeto en el proceso de adquisición de conocimientos es lo que no suele estar claro.

Si se hace referencia, en dicho proceso, a un sujeto "natural", es necesario verificar si lo que de él se dice corresponde a la realidad. Aquí es suficiente con recordar la crítica dirigida a menudo contra las teorías empiristas del conocimiento; el papel atribuido por ellas al sujeto, en la adquisición del conocimiento, no ha sido jamás verificado empíricamente.

Si, por el contrario, se hace referencia a un sujeto "ideal", cuyas normas son concebidas y formuladas según otro tipo de especulación filosófica, se torna necesario mostrar cuáles son los criterios de validez utilizados para aceptar tales conclusiones epistemológicas, cuáles son las razones para remplazar un sujeto "natural" por un sujeto "ideal", y cuáles son las relaciones entre ambos. Es interesante notar a este respecto que el análisis comparativo de las teorías epistemológicas permite poner de manifiesto una gran variedad de características atribuidas al sujeto del conocimiento; características obviamente contradictorias entre sí.

La idea de los dos "contextos" propuesta por Reichenbach ha encontrado serios oponentes entre los filósofos de la ciencia. Kuhn es quizá uno de los más representativos: él ve en la historia de las teorías científicas un elemento esencial para rendir cuentas de su aceptabilidad y de su justificación. Nos referimos en detalle a la posición de Kuhn en el capítulo IX, "Ciencia, psicogénesis e ideología". Por el momento es suficiente con señalar que su posición se presta, en cierto sentido, a las mismas críticas. En efecto, Kuhn busca los fundamentos normativos

Asignatura: Epistemología de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Prof. Oscar Guerrero C. – Dr. Edixón Chacón Universidad de Los Andes Táchira

Transcripción: Lic. José Luis Ramírez

utilizados por los "constructores" de las diferentes ramas del conocimiento en su desarrollo cognoscitivo espontáneo. Pero entonces es necesario decidir si se considera que los especialistas de las diversas disciplinas científicas son o no representantes auténticos del sujeto "natural". En caso afirmativo no harán sino prolongar los mecanismos y las normas racionales de todo sujeto natural. En caso negativo, los hombres de ciencia constituirían una clase aparte, diferente de los sujetos "naturales"; sus actividades cognoscitivas obedecerían a normas epistemológicas que no son las del pensamiento no científico.

Aquellos que admiten que un hombre de ciencia utiliza y aplica normas precisas en todas y cada una de las etapas de su trabajo (descubrimiento, invención, verificación, explicación), para todo lo que efectivamente realiza, difícilmente pueden proveer indicaciones precisas sobre lo que son dichas normas. Los hombres de ciencia son sólo parcialmente conscientes de lo que hacen. Dejando de lado aquellos que han estudiado específicamente los fundamentos teóricos de su disciplina, se puede comprobar que los hombres de ciencia más originales son susceptibles de sostener ideas incompletas, y aun falsas, en cuanto a las estructuras del pensamiento. Un buen número de físicos, positivistas ortodoxos, han efectuado sus descubrimientos por procedimientos que se corresponden con las afirmaciones positivistas más fundamentales.

La historia presenta clara evidencia de la utilización de estructuras por parte de los científicos, sin que éstos hayan tomado conciencia de las mismas. Para citar un solo ejemplo, ya clásico: Aristóteles utilizó la lógica de las relaciones de manera muy clara y precisa en su propio discurso, ignorándola por completo en la construcción de su lógica. Hay, por consiguiente, un largo camino por recorrer entre la utilización espontánea o el empleo inconsciente de estructuras, y la toma de conciencia de tal utilización. De aquí que una primera dificultad — a veces muy difícil de superar— sea poder determinar las normas efectivamente utilizadas por el sujeto, y a esto no escapa el hombre de ciencia: es necesario, pues, aprehender las operaciones efectivas que están en obra en sus acciones, aun cuando su toma de conciencia no se refiera sino a fragmentos, a veces deformados, mal registrados e incompletos.

La consideración de la evolución de las teorías científicas en un marco como el de Kuhn debe enfrentar también otra dificultad: todo conocimiento, por nuevo que parezca, no es jamás un "hecho primigenio", totalmente independiente de los que lo han precedido. Se llega a un nuevo conocimiento por reorganizaciones, ajustes, correcciones, adjunciones. Aun cuando se trate de hechos experimentales desconocidos hasta el momento de su descubrimiento, no se integran sin más al acervo cognoscitivo del sujeto: hace falta un esfuerzo de asimilación y de acomodación que condiciona la coherencia interna del propio sujeto, sin lo cual éste no se entendería ya a sí mismo.

Las estructuras cognoscitivas, en tanto constituyen una organización de los conocimientos, son comparables a organismos cuyo estado actual es función no sólo del medio actual, sino también de toda la historia ontogenética y filogenética. Esto no excluye el carácter normativo que tales estructuras pueden tener para el sujeto. Pero es necesario precisar que, en el caso de procesos cognoscitivos, se agrega otra determinación: la transmisión cultural. Dicho de otra manera, el conocimiento no es nunca un estado, sino un proceso influido por las etapas precedentes de desarrollo. De aquí surge la necesidad del análisis histórico-crítico.

En esta obra vamos a sostener —ya intentar demostrar— que los únicos factores realmente omnipresentes en los desarrollos cognoscitivos — tanto en la historia de las ciencias como en la psicogénesis — son de naturaleza funcional y no estructural. Dichos factores están vinculados con la asimilación de lo que es nuevo a las estructuras precedentes, y con la acomodación de estas últimas a las nuevas adquisiciones realizadas.

Es necesario destacar, sin embargo, que los contenidos y los "órganos" de estructuración de estas funciones universales cambian continuamente, de tal manera que ellas devienen parte integrante de los constituyentes del desarrollo histórico. En otros términos, la transformación continua de los conocimientos procede por reorganización y reequilibración, paso a paso, sin preformación; la necesidad intrínseca de las estructuras constituye el producto de conquistas sucesivas.

Si nuestra posición es correcta, debemos convenir en que el conocimiento científico no es una categoría nueva, fundamentalmente diferente y heterogénea con respecto a las normas del pensamiento precientífico y a los mecanismos inherentes a las conductas instrumentales propias de la inteligencia práctica. Las normas científicas se sitúan en la prolongación de las normas de pensamiento y de práctica anteriores, pero incorporando dos exigencias nuevas: la coherencia interna (del sistema total) y la verificación experimental (para las ciencias no deductivas).

11. OBJETIVO DE ESTA OBRA

En un caso particular, que corresponde a la evolución de la física entre Aristóteles y las últimas etapas de la física prenewtoniana, nos ha sido posible establecer una correspondencia realmente estrecha entre las fases históricas (los dos motores aristotélicos, el recurso a un solo motor externo, el descubrimiento del ímpetus y el de la aceleración) y las etapas de la psicogénesis. En particular, hemos observado una sorprendente analogía entre los conceptos de Buridan y de Oresmes, y la construcción y generalización que hace un niño, hacia los 7 u 8 años, de la idea de élan. En un caso como éste, el paralelismo entre la evolución de las nociones en el curso de la historia y en el seno del desarrollo psicogenético se refiere al contenido mismo de las no-mes sucesivas, lo que es comprensible puesto que se trata de conceptos que son en cierta manera precientíficos. Pero sería absurdo buscar una generalización de dicho paralelismo de contenidos en el caso de las teorías propiamente científicas, como aquellas que forman parte de la evolución de la mecánica, desde Newton a la relatividad y a la mecánica cuántica. La parte esencial de nuestra investigación no estará referida, por consiguiente, al contenido de las nociones sino a los instrumentos mecanismos comunes en su construcción. ¿Qué debemos entender, entonces, por "instrumentos y mecanismos comunes"? Es lo que nos resta por precisar en esta introducción.

El más general de todos ellos corresponde a la naturaleza de los razonamientos que, en todos los niveles de la psicogénesis así como de la historia de las ciencias, involucra, por una parte, "abstracciones reflexivas" (a las cuales ya nos hemos referido) tanto como "abstracciones empíricas" (con alternancias de ambas formas, en el caso de la física, y predominio exclusivo de la primera de ellas, en el terreno matemático), y, por la otra, generalizaciones tanto extensionales como constructivas.

Un segundo carácter general es que en ningún caso de elaboración cognoscitiva el sujeto recurre a experiencias puras, puesto que, como ya hemos visto, todo "observable" es siempre interpretado, y todo "hecho" implica necesariamente una interacción entre el sujeto y los objetos considerados. Resulta de aquí que, en todos los dominios, el conocimiento, ya sea correcto o erróneo, involucra un aspecto inferencial. En todos los sectores del conocimiento, aun en la zoología y la botánica simplemente "sistemáticas" (es decir, descriptivas) el aporte del sujeto es indiscutible puesto que la forma misma de las clasificaciones corresponde a la estructura de un "agrupamiento" o semilátice. La estructura de agrupamientos es construida por

el niño a partir de los 7 u 8 años, pero naturalmente con un número restringido de elementos, mientras que en biología sistemática el número es ilimitado.

Estos instrumentos y mecanismos comunes llevan a una tercera variedad que actúa desde en las construcciones sensorio-motrices hasta en las formas superiores del pensamiento científico: es el doble proceso de diferenciaciones e integraciones que atestigua todo progreso cognoscitivo, y cuyos dos aspectos se tornan, tarde o temprano, solidarios.

En cuarto lugar, está claro que en todas las escalas del saber, desde el "saber hacer" sensorio-motriz hasta las teorías más elevadas, hay siempre una búsqueda de las "razones" tanto de los éxitos como de los fracasos, de tal manera que las razones vienen en todos los casos a vincular los resultados obtenidos con las "estructuras" o con las coordinaciones de esquemas. Por ejemplo, de los 9 a los 12 meses, los sujetos descubren la permanencia de los objetos que les han sido ocultados, y vinculan la razón de esa permanencia a lo que Poincaré llamaba ya un "grupo" (en realidad, un grupo práctico) de desplazamientos.¹⁴

En quinto lugar, es interesante comprobar, como lo haremos sin cesar, que en el curso de la historia del pensamiento científico los progresos logrados de una etapa a la siguiente no se suceden, salvo raras excepciones, de cualquier manera, sino que pueden ser seriados como en el curso de la psicogénesis, bajo la forma de "estadios" secuenciales, de los cuales trataremos de caracterizar los más importantes en cada dominio. Por ejemplo, en el caso de ese período fundamental del álgebra que culmina con los "grupos" de Galois y sigue con aplicaciones posteriores de dicho concepto, se asiste a una sucesión de construcciones que no se encadenan al azar, sino que cada una se ha hecho posible por las precedentes, y prepara las siguientes. Situaciones análogas encontramos en el desarrollo de la geometría. La búsqueda de tales leyes de sucesión constituirá uno de los aspectos esenciales de nuestro ensayo, pero es aquí donde conviene precisar cuidadosamente los objetivos que perseguimos al comparar tales encadenamientos con los que se observan en el terreno de la psicogénesis: este objetivo no es, en modo alguno, poner en correspondencia las sucesiones de naturaleza histórica con aquellas que revelan los análisis psicogenéticos, destacando los contenidos. Se trata, por el contrario, de un objetivo enteramente diferente: mostrar que los mecanismos de pasaje de un período histórico al siguiente son análogos a los del pasaje de un estadio psicogenético al estadio siguiente.

Ahora bien, estos "mecanismos de pasaje" que constituyen, pues, el objetivo central de nuestra obra presentan por lo menos dos caracteres comunes a la historia de la ciencia y a la psicogénesis: uno acerca del cual hemos insistido muchas veces, pero otro que nos parece nuevo. El primero de estos mecanismos está constituido por un proceso general que caracteriza todo progreso cognoscitivo: consiste en que, cada vez que hay un rebasamiento, lo que fue rebasado está de alguna manera integrado en el rebasante (lo cual está lejos de ser el caso fuera de los rebasamientos cognoscitivos, ni aun en biología). El segundo mecanismo de pasaje, que hasta ahora no había sido estudiado pero que constituye el tema central de esta obra, es un proceso que nos parece también de naturaleza completamente general: es el proceso que conduce de lo intra-objetal (o análisis de los objetos), a lo inter-objetal (o estudio de las relaciones y transformaciones) y de allí a lo trans-objetal (o construcción de las estructuras). El hecho de que esta tríada dialéctica se reencuentre en todos, los dominios y en todos los niveles, nos parece la principal adquisición a la cual alcanzamos con nuestro esfuerzo comparativo. En efecto, la generalidad de esta tríada *intra*,

¹⁴ J. Piaget, *La construction du réel chez l'enfant*, Neuchâtel, Deíachaux et Niestlé, 1937.

ínter y *trans*, y el hecho de que se la encuentre tanto en el seno de las sucesiones globales como en las subetapas que las integran, constituye sin duda el mejor argumento en favor de una epistemología constructivista. El empirismo podría, en rigor, dar cuenta del pasaje del *intra* al *ínter*, puesto que se trataría en ese caso de sustituir los predicados iniciales por relaciones (y las relaciones podrían ser sugeridas por simples verificaciones). Pero el pasaje del *ínter* al *trans* implica rebasamientos con todo lo que ello involucra en términos de construcciones necesarias. En cuanto al apriorismo, si bien podría llegar a justificar el *trans*, considerado en tal caso como preformado, no podría explicar por qué los rebasamientos en el seno de las transformaciones deben de estar preparados por etapas de tipo *intra* e *ínter*. La sucesión obligada de los *intra* a los *ínter*, y solamente de allí a los *trans*, muestra así, con toda evidencia, el carácter constructivista y dialéctico de las actividades cognoscitivas, y constituye, a nuestro juicio, una justificación de un alcance no despreciable.