



Anuario de Investigaciones
ISSN: 0329-5885
anuario@psi.uba.ar
Universidad de Buenos Aires
Argentina

Castorina, José Antonio
Bootstrapping. Una teoría explicativa del cambio conceptual.
Anuario de Investigaciones, vol. XII, 2005, pp. 43-52
Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=369139941003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

BOOTSTRAPPING. UNA TEORÍA EXPLICATIVA DEL CAMBIO CONCEPTUAL.

BOOTSTRAPPING. A THEORY FOR CONCEPTUAL CHANGE.

José Antonio Castorina¹

RESÚMEN

El presente artículo expone la teoría explicativa propuesta por Carey para el cambio conceptual. Primeramente, se plantea la cuestión de la reorganización conceptual en la psicología cognitiva y la posición de Carey. En segundo lugar, se ponen de relieve las condiciones epistémicas que deben cumplir las "teorías" infantiles para que la reestructuración conceptual sea posible, así como los modos que adopta esta última. En tercer lugar, se muestran los resultados de investigaciones que verifican el cambio conceptual entre teorías infantiles de biología intuitiva. En cuarto lugar, se plantean las dificultades de otras teorías del cambio conceptual, para luego formular los rasgos del mecanismo alternativo de bootstrapping y su pertinencia para interpretar los datos de las indagaciones mencionadas. Finalmente, se evalúan la originalidad de la teoría del bootstrapping en el escenario de los debates contemporáneos. Muy especialmente, se esboza una posible aproximación con las tesis dialécticas de Piaget.

Palabras Claves: cambio conceptual, inconmensurabilidad parcial, bootstrapping, marcadores, conflictos, dialéctica.

ABSTRACT

This paper examines the Carey's theory of conceptual change. First, it describes the conceptual reorganization in cognitive psychology and the author position. Second, the epistemic conditions that children "theories" should fulfil to make conceptual restructuring possible, as well as the ways adopted by the latter, are analyzed. In third place, findings of researches testing the conceptual change among biology intuitive children theories are explained. Subsequently, it discusses the difficulties other theories of conceptual change present, in order to state features of bootstrapping as an alternative mechanism and its relevance for the interpretation of abovementioned researches results. Finally, it evaluates the originality of "bootstrapping" theory in the scene of contemporary debates. It particularly outlines a possible approach to Piaget's dialectic theses.

Key words: conceptual change, partial immeasurability, bootstrapping, placeholders, conflicts, dialectic.

¹ Profesor Titular de la cátedra de Epistemología y Psicología Genética. Facultad de Psicología. UBA. Doctor en Educación. Universidad do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Investigador Independiente del Conicet. Director del Proyecto "Problemas teóricos a partir de investigaciones empíricas sobre conocimientos sociales", UBACyT. 2004-2007 (P067). Investigador Principal del Proyecto "Los sentidos de la violencia escolar", 2004-2007. Agencia de Ciencia y Técnica. Gobierno de la Nación.

INTRODUCCIÓN

“Dar la razón de la emergencia de lo genuinamente *nuevo*, está entre los más profundos misterios que enfrentan los estudiosos del desarrollo. El desarrollo cognitivo consiste, en parte, en la adquisición de nuevos recursos representacionales (...) El desarrollo cognitivo también consiste, en parte, en la adquisición de nuevos sistemas de conceptos que admiten la expresión de pensamientos previamente impensables “ (Carey, 1999, pág. 293)

El texto citado sitúa la cuestión central de la teoría psicológica del desarrollo cognoscitivo en la necesidad de proveer una explicación aceptable de la novedad de los sistemas conceptuales. Dicha cuestión fue abordada en la historia de la psicología del siglo XX, respecto de ciertas modalidades del conocimiento y sobre las funciones psicológicas. Principalmente, la emergencia de sistemas de pensamiento lógico-matemático, en el constructivismo piagetiano y el advenimiento de las funciones psicológicas superiores, en la obra de Lev Vigotsky. Estos autores plantearon la cuestión de un modo explícito y bien fundamentado, aunque se pueden reconocer precursores como Baldwin (1895) o Wallon, así como otras formulaciones en la obra de Werner (1957) o en la psicología cultural de Boesch (1992).

Piaget formuló la teoría de la equilibración con el propósito de explicar el surgimiento de las estructuras lógico-matemáticas de tipo operacional, que son irreducibles a las anteriores. La teoría se basa en los desequilibrios entre la asimilación y la acomodación de los sistemas cognoscitivos, que a veces dan lugar a contradicciones, y a la necesidad de su ulterior reorganización. La formación de los sistemas “mayorantes” (es decir, de mayor equilibrio cognoscitivo que los anteriores) implica que estos introducen cambios en la extensión y la comprensión de los conceptos anteriores. El proceso de reequilibración admite una caracterización inferencial, como una dialéctica que va desde ciertos sistemas hacia otros, por diferenciación e integración, articulación de sistemas, relativización conceptual y retroacción (Piaget, 1975; 1981; García, 2000)

Por su parte, Vigotsky mostró que las funciones psíquicas propiamente humanas (la memoria sociohistórica, el lenguaje, los conceptos o la escritura) provienen de un salto cualitativo respecto de las funciones inferiores, de origen madurativo. Los procesos socio-históricos generan las funciones psíquicas “superiores” en los individuos por medio de la internalización de las herramientas culturales. Esta última consiste en una interacción sistémica entre lo social y la actividad individual, con predominio de lo social. La novedad psicológica deriva de la dialéctica, en términos de unidad y oposición de los contrarios, entre los términos de un sistema dinámico (Castorina y Baquero, en prensa).

Mientras Piaget estudió la novedad en la construcción

de sistemas lógico-matemáticos, independientes de dominio, la psicología cognitiva de los últimos veinte años la enfocó respecto de los conocimientos de dominio específico. Esto es, los sistemas conceptuales adecuados a campos de entidades bien distinguibles, como los números, las relaciones físicas o los fenómenos mentales. Ahora bien, la novedad no siempre ha sido reconocida en esta corriente como la cuestión mayor del desarrollo (Keil, 1989). Más aún, Fodor (1985) consideró que una teoría nueva puede surgir de una teoría anterior sólo si se la puede conmensurar respecto a este origen. Por lo tanto, rechaza la explicación del cambio cualitativo en favor del innatismo. Cualquier desarrollo o aprendizaje no puede ser sino un proceso que actualiza las hipótesis que le preexisten.

Para la mayoría de las versiones modularistas, la mente está compuesta de distintos módulos preprogramados que son responsables de elaborar la información específica del mundo (Hirschfeld y Gelman, 2002). Aquí el desarrollo no puede ser otra cosa que el enriquecimiento de lo ya dado por la información externa, no hay una modificación profunda de los conceptos.

Sin embargo, psicólogos cognitivos como Carey (1985); Carey y Spelke (1996; 2002); Wellman (1990); Gopnick y Wellman (2002) o Chi (1992) han asociado el innatismo de algunas representaciones con los cambios cualitativos. Ellos han distinguido nítidamente la adquisición de conocimiento por enriquecimiento del cambio conceptual propiamente dicho, defendiendo la tesis de que las conceptualizaciones sobre entidades de un dominio específico son revisables. Más aún, han mostrado que los conceptos básicos no son suficientes para dar cuenta de la adquisición de los nuevos conceptos.

La cuestión importante es, entonces, cómo se puede explicar la revisión de los conceptos, y sobre todo, una revisión que conduzca a conceptos irreducibles a los anteriores. Con todo, cabe mencionar que la capacidad de la perspectiva computacional, en la que se inspiran la mayoría de los psicólogos cognitivos, para dar cuenta de un desarrollo conceptual, ha sido puesta en duda. Especialmente, en los casos en que éste último desborda a los programas preestablecidos, cuándo hay que dar cuenta de las “novedades” cognoscitivas (Overton, 1998).

La propia Carey no ha creído en la pertinencia de los algoritmos computacionales para explicar el cambio conceptual y ha esbozado una interpretación muy estimulante acerca de cómo los niños elaboran conceptos irreducibles a otros que les preceden. Su teoría del bootstrapping, retomando la célebre metáfora de Otto Neurath, utilizada a su vez por Quine en *World and Object* (1960), fué formulada sobre los resultados de indagaciones en conocimiento de dominio biológico (1999) y matemático (2001; 2004)

Nuestro propósito es dar a conocer este enfoque peculiar del cambio conceptual, destinado a explicar la novedad

cognoscitiva; presentar los datos de investigaciones que parecen verificar la hipótesis de un cambio conceptual en las teorías biológicas de los niños; luego, interpretar esos resultados en los términos de su versión del bootstrapping; finalmente, analizar el significado del presente ensayo en el escenario de los debates actuales del cambio conceptual. Pretendemos mostrar que se trata de una contribución original respecto de la mayoría de los estudios sobre esta temática. Finalmente, quisiéramos poner de relieve la curiosa proximidad de este enfoque con el defendido por Piaget en *La Equilibración de las Estructuras Cognoscitivas* (1975), y muy particularmente las ideas -hoy olvidadas- sobre la dialéctica del desarrollo de los sistemas de pensamiento.

EL CAMBIO CONCEPTUAL

Para Carey (1999) el cambio conceptual es más específico que el desarrollo cognoscitivo o aún que la adquisición de conocimientos en la vida cotidiana de los individuos. Se trata de una reestructuración genuina, en un sentido semejante al propuesto por Piaget para las estructuras lógicas, pero sobre sistemas conceptuales. Para formular adecuadamente el mecanismo de dicha reestructuración, una investigación debe cumplir, por lo menos, tres requisitos:

Primeramente, atribuir “teorías” intuitivas a los niños, lo que también han hecho otros psicólogos cognitivos, aunque difiriendo en los aspectos en que dichas teorías infantiles se asemejan o distinguen de las teorías científicas (Wellman y Gelman, 1992). Nuestra autora (1991; 1999) ha utilizado el término para referirse al cuerpo de conceptos que permite a los sujetos ir más allá de lo observable, predecir los fenómenos y sobre todo involucrar principios explicativos. Justamente, son “lo que cambia” en el cambio conceptual. Ella habla de “teoría” para describir la estructura representacional de la que forman parte los conceptos cotidianos. Dentro de esa estructura, los conceptos ayudan a realizar inferencias y a explicar ideas complejas. Dentro de un sistema particular de conceptos, cada concepto tiene un rol referencial, al recortar las entidades que caen bajo él (Carey, 2000). Cada concepto es, por su parte, una estructura representacional ya que las entidades son representadas como parte de él.

En segundo lugar, se propone un criterio de relevancia epistemológica: entre una teoría intuitiva (en adelante T1) y la que es su modificación (en adelante T2) debe existir inconmensurabilidad. Esto es, los conceptos de T2 no se pueden formular en los términos de los conceptos de T1 o no se pueden traducir en los significados de un concepto de T1 en los de T2. Más precisamente, una inconmensurabilidad local, tal como la formuló Kuhn en *La Tensión Esencial* (1977). Pero no todos los conceptos de T2 son incommensurables con los de T1, ya que de

lo contrario no habría posibilidad de plantear un mecanismo de cambio. Se requieren conceptos que no se modifiquen de T1 a T2 para que haya cambio conceptual, como se verá. Las partes no cambiadas de una teoría son materiales utilizados en su modificación (Carey y Spelke, 1996; Carey, 1999).

En tercer lugar, la investigación del mecanismo de cambio conceptual es posible sólo si estamos ante un proceso, ya que sólo entonces se puede reconstruir su intimidad. Se sabe que la reestructuración conceptual no es súbita, como un switch gestáltico, es un proceso progresivo, que lleva años de elaboración personal, tanto en la historia de la ciencia como en la ontogénesis.

Es evidente que los psicólogos del desarrollo cognoscitivo se han inspirado en la filosofía y en la historia de la ciencia postpositivista para describir las ideas de los sujetos y sus modificaciones. Así, la “teoría” intuitiva es una versión debilitada de “teoría” tal como se emplea en la filosofía de la ciencia. En el caso de Carey, se incluye también la aplicación de la “inconmensurabilidad” para interpretar las teorías intuitivas y la vinculación de la larga duración del cambio en los científicos con el tiempo de las modificaciones en los niños. Más aún, Carey (Carey y Spelke, 1996) comparte parcialmente con Gopnik (Gopnik, 1996) la tesis de una profunda analogía entre el desarrollo cognitivo individual y la historia de la ciencia, con una base naturalista -de orientación neoinnatista- en su fundamentación.

No vamos a examinar aquí el alcance y el significado epistemológico de la atribución de teorías a los niños o adolescentes; ni la credibilidad de los datos invocados para verificarla; ni el modo de relacionar el desarrollo conceptual y la historia de la ciencia. (Castorina, 2002). Solo se mencionarán algunas dificultades en las tesis sostenidas por Carey. Principalmente, nos ocuparemos de presentar “las teorías” descritas en las indagaciones empíricas a los fines de tratar el problema de “cómo se puede explicar el cambio conceptual”

EL CASO DE LAS “TEORÍAS” BIOLÓGICAS

Ofrecemos resumidamente algunas investigaciones que sostienen la hipótesis del cambio conceptual de teorías en el dominio del conocimiento biológico, al que Carey dedicó una buena parte de su obra (1985; 1988; 1991; 1999). Básicamente, esos resultados podrían entenderse como una reinterpretación de las penetrantes observaciones de Piaget (1929) referidas al carácter animista y personificador de las ideas de los niños pequeños. Pero, según ella, tales rasgos no expresaban el egocentrismo del pensamiento infantil, sino una instancia de la elaboración de un conocimiento de dominio-específico. Con todo, ambos coinciden en la exigencia de reconceptualización del animismo y en su carácter relativamente tardío, alrededor de los 10 años.

¿Qué es una teoría biológica (T1) a los cuatro años, más o menos? En principio, se trata de un conjunto interrelacionado de conceptos, entre los que se destacan dos: animal y persona. El primero está asociado con los rasgos de la conducta de las personas, tales como el comportamiento orientado hacia objetivos o la atención guiada. Así, los seres humanos o la persona funcionan como un prototipo para la idea de animal. Y lo que es central, los conceptos de persona y de animal se incluyen en una psicología intuitiva de la vida, de modo tal que las predicciones y explicaciones infantiles sobre la vida involucran una causalidad intencional.

Hay otros conceptos interconectados con los anteriores, esencialmente el concepto animista de vida, que no se distingue de las nociones de actividad, la existencia y la realidad. Por ejemplo, los niños consideran que hay objetos inanimados que son vivientes “porque podemos verlos” o porque “se mueven solos”. De modo complementario, estar muerto es no estar vivo, en el sentido de no tener actividad -dada su relación con el comportamiento- no existir, ni estar presente a la mirada. Por otra parte, ellos no distinguen entre la familia de nacimiento de la familia socialmente constituida.

En la misma dirección, otros psicólogos encontraron que para los preescolares israelíes, las plantas no son cosas vivas ni no vivas, sino “en crecimiento”, mientras los animales son vivientes porque se mueven por sí mismos (Inagaki y Hatano, 2002)

¿Qué es una teoría biológica vitalista (T2) en niños mayores? Las respuestas de los niños sugieren que en lugar de las intenciones o el comportamiento, sostienen una noción intuitiva de ciclo vital, dónde las partes del cuerpo intervienen para mantener la vida. Así, ciertas sustancias externas, como el aire o los alimentos son necesarios para mantener el cuerpo, son guardadas en “contenedores” (el estómago o los pulmones) y luego llevadas por la sangre al resto del cuerpo. Mientras los preescolares atribuyen a cada órgano una función, más o menos específica, pero sin conexión entre ellas, los mayores otorgan a cada órgano un rol causal en la entrada y procesamiento de las sustancias.

Para estos sujetos, mayores de 10 años, la muerte no es provocada por un factor externo, como un veneno, ni es evitable, sino que ocurre inevitablemente por el cese del funcionamiento del ciclo vital. Por otra parte, hay pruebas suficientes de que para estos sujetos tanto las plantas como los animales son seres vivos. Es decir, disponen de una organización intelectual dónde las plantas y los animales forman parte de la categoría ontológica de cosa viviente.

La reformulación de T1 en T2 en los términos de Carey no es compartida por todos los psicólogos del desarrollo, ya sea porque algunos de ellos atribuyen a los preescolares una comprensión biológica avanzada, por lo que no hay discontinuidad de teorías sino enriquecimiento (Keil, 1989); ya sea porque se considera que

niños de 6 años ya disponen de algo semejante a una T2 (Inagaki y Hatano, 1993) o porque comprenden la muerte mucho antes de lo admitido por Carey (Inagaki y Hatano, 2002).

LAS FORMAS DEL CAMBIO CONCEPTUAL

Para Carey el cambio del conocimiento biológico de dominio-específico es un reemplazo de teorías que es comparable al descrito por los historiadores de la ciencia. Se trata de la emergencia progresiva de T2 a partir de T1, de modo tal que se puede describir la naturaleza de las modificaciones conceptuales una vez que se han producido en la historia individual. Claramente, no estamos ante una simple sucesión de teorías o un enriquecimiento de sistemas ya constituidos por nuevos contenidos. Más bien, la reestructuración involucra modificaciones en conceptos centrales de las teorías que los incluyen. Una vez trazados los rasgos o las formas de esta transición se podrá ulteriormente establecer cómo se ha producido, su mecanismo.

Por una parte, en T1 los conceptos permanecen indiferenciados: el concepto de ser vivo respecto de lo real/existente/activo; el concepto de no vivo respecto de lo irreal/no existente/ausente. Luego, éstos se convierten en los conceptos biológicos de vida y muerte en T2. Es decir, ambas nociones son reconceptualizadas en el interior de una biología del ciclo vital, mientras se abandona progresivamente la perspectiva animista. También, por la misma razón, el concepto de familia se diferencia en la familia biológica y la familia social.

Para la autora, tal proceso de diferenciación es análogo a otros que se han efectuado en la historia de la ciencia. Así, Black (Wiser y Carey, 1983) distinguió el concepto de calor y el de temperatura del concepto indiferenciado de grado de calor, en la historia de la química. Más aún, la misma diferenciación, con sus peculiaridades, sucede en el desarrollo cognoscitivo entre niños y adultos (Wiser y Carey, 1983).

Por otra parte, conceptos que pertenecían a categorías ontológicas nitidamente distinguibles en T1 se subsumen en una única categoría en T2. De modo convincente, Carey muestra que niños preescolares distinguen a su manera entre vida y muerte, pero no entre seres animados e inanimado, confundiendo los límites. Sin embargo, a los 10 años, los niños clasifican a las plantas y animales como seres vivos, los que se distinguen de los objetos inanimados. Como parte de esta reorganización conceptual, las plantas y los animales se integran en la clase de los seres vivos, cuándo antes pertenecían a clases ontológicamente distintas. Nuevamente, esta clase forma parte de una teoría intuitiva del ciclo vital y de la función causal de los órganos del cuerpo, sustituyendo a la teoría animista.

Respecto de las revoluciones científicas, Carey menciona,

entre otros, el abandono que hace Galileo de la distinción ontológica debida a Aristóteles entre movimiento natural y violento.

Por último, la emergencia de T2 involucra un re-análisis o relativización de los conceptos de T1, en el sentido de que propiedades absolutas se convierten en propiedades relativas a un sistema. Así, los niños son concebidos por los preescolares como seres indefensos o pequeños, mientras que los niños mayores los ven como una progenie derivada de otros animales. Esto es, hay una transición desde una propiedad intrínseca de un individuo a la propiedad relacional de ser descendencia reproductiva.

De modo semejante a los otros casos, la autora evoca la definición de peso en la física moderna, en los términos de una relación entre los objetos, lo que constituye una modificación del peso como propiedad de los objetos, en la física aristotélica.

Con todo, cabe señalar que la fuerte similaridad propuesta por Carey entre el cambio conceptual y el cambio científico es discutible. Thagard (1992) ha mostrado cambios dramáticos en las revoluciones científicas que no tienen parangón en la reestructuración de los conocimientos cotidianos. Por ejemplo, Darwin no solamente reclasificó a los seres humanos y los incluyó entre los animales, también llegó a modificar profundamente la significación del concepto de especie. Ahora los individuos no solo participan de los mismos rasgos, sino que provienen de una descendencia común: se ha reorganizado el principio mismo de la clasificación. No se encuentra algo parecido en el cambio conceptual del conocimiento infantil.

LAS INSUFICIENCIAS DE OTRAS TEORÍAS

Como se dijo antes, la diferenciación, la coalescencia o la relativización son modos de reemplazo de T1 por T2 en ciertas ocasiones extraordinarias del desarrollo cognoscitivo. La búsqueda del mecanismo de dicha reestructuración supone que esas teorías son localmente inconmensurables, esto es, que algunos conceptos de T1 (como ser animado, bebé, muerte o vida) no permiten expresar el significado de los conceptos de T2 (muerte, herencia biológica, bebé, intercambio organismo y medio). La pregunta por el mecanismo del cambio conceptual se podría formular de este modo: ¿cómo cada niño elabora la nueva teoría con los materiales que provienen de T1?

La autora sigue la estrategia de discutir la calidad de otros intentos explicativos elaborados o posibles, antes de exponer su propio modelo y justificar su adecuación a los datos disponibles (Carey, 1999). Por un lado, no puede dejarse de lado la pre-existencia de un contexto cultural que contiene a T2 en el lenguaje. Más aún, que los adultos transmiten T2 a los niños. Sin embargo esta transmisión social no constituye una explicación

satisfactoria. La pregunta irresuelta es cómo cada niño llega a representarse significativamente a T2, cuyos conceptos no se pueden interpretar en los términos de T1. Esta crítica es correcta, ya que sin una reconstrucción personal, T2 no puede ser dominada.

Por otro lado, el desarrollo de los recursos de dominio-general, tales como el incremento de la capacidad de procesamiento o de metacognición, incluso la aparición de operaciones lógicas "à la Piaget", intervienen en la adquisición de T2. Pero estos no son suficientes para explicar de qué modo la noción de ser vivo en los niños mayores llega a integrar a las plantas y los animales, antes radicalmente separadas.

Finalmente, tampoco la teoría de la equilibración de Piaget resulta satisfactoria para dar cuenta del pasaje de T1 a T2. En este caso, se postula que a partir de la disequilibración de las ideas de los niños, de su inconsistencia, emerge la necesidad de una nueva organización. Es decir, las contradicciones en T1 darían lugar por sí mismas a la emergencia de T2. En opinión de Carey, los conflictos cognoscitivos pueden motivar o aún disparar dicha emergencia, pero no constituyen su explicación. Todavía hay que dar cuenta de cómo se elabora T2 a partir de las dificultades de T1.

Dicha crítica sería correcta, siempre y cuándo la teoría de la equilibración haya sido bien caracterizada, pero como veremos al final de este trabajo, la lectura de Carey es problemática.

LA TEORÍA DEL BOOTSTRAPPING

En la filosofía de la ciencia, Neurath (1932) propuso una sugestiva metáfora para interpretar la construcción de una teoría: el proceso de fabricar un barco mientras permanece en el mar. La nueva teoría (el barco que flota) no está fundada en otra anterior sino que es elaborada utilizando algunos de sus elementos (el barco que se hace mientras flota). De este modo, se quiere atrapar la significación de la construcción cuándo está involucrada una autoreestructuración de las partes de un sistema teórico.

La figura del bootstrapping fue utilizada por Quine (1960) para poner de relieve que una nueva teoría se elabora, al menos parcialmente, sin ser interpretada en los términos de algún concepto antecedente válido. Por su parte, Carey (2001) cita a Quine para emplear la metáfora y explicar con ella el cambio cognoscitivo cuyo punto de llegada (T2) trasciende el punto de partida (T1). Ella es consciente de la dificultad de interpretar el significado de la imagen, el verse a sí mismo tironeando de sus propios saberes (por bootstrapping), "...pero mantengo el término dadas sus credenciales históricas y porque busca explicar casos de aprendizaje que muchos han sostenido que son imposibles" (Carey, 2004, pág. 59). Podemos suponer que entre ellos se encuentra Fodor, con su rechazo a la

producción de novedades en el aprendizaje.

Sigamos a Carey (1999) en su intento de explicar por bootstrapping el paso de T1 a T2, en el conocimiento infantil de dominio biológico. Antes habíamos dicho que el cambio conceptual se basaba en una inconmensurabilidad parcial entre T1 y T2, lo que involucra una cierta continuidad entre los conceptos. Según la investigadora, hay conocimientos adquiridos por los niños preescolares que son imprescindibles para la articulación conceptual que emerge en T2. Ellos saben que los animales se desarrollan, y necesitan de una alimentación saludable para vivir, que las plantas necesitan del agua para sobrevivir, que el alimento causa el desarrollo, también que los gérmenes causan enfermedades. Estas relaciones causales se adquieren sin dificultades y son continuas entre T1 y T2, no se las puede considerar inconmensurables.

Ahora bien, ¿qué papel cumplen tales relaciones causales en la adquisición de T2? Los preescolares se apoyan en ellas para construir una teoría que explique los hechos, por ejemplo, porqué los animales necesitan de una alimentación saludable para vivir. Son “marcadores” (*placeholders*) que incluyen informaciones incompletas, que se van a llenar con explicaciones causales. Esta utilización heurística ha sido también postulada por Inagaki y Hatano (2002). Por otro lado, la simultaneidad o la interconexión entre tales relaciones fácticas ya conocidas promueve la diferenciación del concepto de ser vivo. Dicha elaboración se va precisando, además, en la medida que se estructura la interpretación infantil de la actividad corporal con las sustancias externas.

El examen de los datos de diversas indagaciones (Inagaki y Hatano, 2002) parece confirmar el esquema anterior. Primeramente, los niños disponen a los 6 años de un saber conmensurable entre T1 y T2: las plantas y los animales se desarrollan, aumentando su tamaño, lo que no sucede con los objetos inanimados. Más aún, el conocer que tanto las plantas como las personas necesitan agua y alimento los conduce a buscar semejanzas entre estos organismos. Quizás ulteriormente, los sujetos tiendan a atribuir un proceso de desarrollo a las plantas. De este modo, los sujetos van interconectando el desarrollo con la exigencia de agua y alimento, constituyendo aquel armazón a ser llenado por T2.

En segundo lugar, y por esa misma edad, los sujetos han comenzado a diferenciar el concepto de ser vivo, como núcleo de la explicación causal de la vida, según lo sugiere el hecho de que piensen a la respiración conducida por los pulmones o la circulación de la sangre por el corazón, como funciones destinadas a mantener la vida y evitar la muerte (Inagaki y Hatano, 1993). Se podría decir que ellos van conectando sus saberes, referidos a los órganos y sus funciones, con el desarrollo. De ese modo, constituyen un esquema causal, dentro del cuál tendrá sentido sostener a la vida como el objetivo del funcionamiento de los órganos.

Recíprocamente, cuándo esos sujetos van extendiendo el esquema que vincula al desarrollo con la alimentación o la carencia de alimentación con la muerte, están en mejores condiciones para conocer al cuerpo en términos vitalistas. Siguiendo los dos caminos mencionados, se va diferenciando el concepto de vida relacionado con la actividad corporal, en tanto núcleo de una biología intuitiva (T2).

Por su parte, el concepto de muerte va adquiriendo sus propias notas a partir del conjunto indiferenciado ausente/inexistente/inactivo, propio de T1, siendo sostenido por los marcadores mencionados, aunque no tenga el mismo grado de interconexión con otros conceptos, en la elaboración de T2.

En resumen, la mayoría de los datos disponibles parecen confirmar la construcción de una teoría biológica vitalista entre los 6 y los 10 años. Los niños van resignificando los marcadores con explicaciones vitalistas, referidas a los propósitos del funcionamiento orgánico.

La actividad de “tirar por sí mismo” o “bootstrapping” supone, entonces, los esquemas que incluyen conocimientos continuos con los producidos en T2, pero elabora conceptos que son inconmensurables con los de T1. Por esta razón, a un niño mayor o a un adulto le resulta incomprensible que un preescolar pueda decir que “un auto es un ser vivo”. Es decir, los conceptos de T2 (vida, muerte o familia) se construyen con materiales que están en T1, pero se trata de una actividad reorganizadora de las partes del sistema T1.

Por último, cabe mencionar la intervención del mapeo analógico en dicha construcción, un procedimiento heurístico que puede promover el cambio al sugerir una versión conceptual alternativa, respecto de la original. Así, es probable que las analogías entre plantas y animales haya ayudado a la construcción del concepto de ser vivo en T2, como una parte del mecanismo de construcción del cambio conceptual. Sin embargo, dicho mapeo no puede agotar la elaboración de T2, principalmente porque T1 carece de una organización conceptual que se pueda proyectar sobre T2 (Carey, 1999).

LA ADQUISICIÓN DE LOS NÚMEROS ENTEROS POSITIVOS

A lo anterior añadimos, sintéticamente por razones de espacio, los últimos estudios de Carey, referidos a la adquisición de los números enteros positivos (2001; 2004) Apoyándose en una compleja argumentación y en diversos estudios empíricos, la autora trata de justificar la tesis de que la emergencia de la secuencia de los números enteros, requiere una explicación por bootstrapping. Por ejemplo, que “cinco representa uno más que cuatro”.

En primer lugar, la investigación empírica ha identificado

dos sistemas innatos de representación numérica (Dehaene, 1997; Carey, 2001): por un lado, las magnitudes analógicas mentales, relacionadas linealmente con el número de individuos de un conjunto; por el otro, se trata de símbolos para los elementos del conjunto. Ambos sistemas son demasiado débiles para representar a los enteros positivos, y la pregunta vuelve a ser, como antes para el conocimiento biológico: ¿cómo un niño, ahora de tres años, llega a crear un sistema representacional con mayor poder que los anteriores?

La respuesta es, otra vez, el bootstrapping: los sistemas de símbolos precedentes, junto con otros adquiridos socialmente, se convierten en “marcadores” que se van a llenar con nuevos significados. Estos se originan en un mapeo e integración de esos sistemas. Principalmente, la representación de los cuantificadores del lenguaje natural, de origen cultural, y la lista del conteo serial, también adquirida, se combinan para dar lugar a la comprensión de los cardinales. Es decir, los niños pueden atrapar el valor de un cardinal $n+1$, por ejemplo, que “cinco significa uno más que cuatro”.

Sin duda, la comunicación verbal del conocimiento cultural de los cuantificadores numéricos y el conteo es relevante para el aprendizaje de los números, pero los niños los adquieren como “marcadores” incompletos. Luego, los van resignificando por medio del proceso de extensión e interrelación de los diferentes sistemas simbólicos previamente separados.

LAS CONDICIONES COGNOSCITIVAS DE LA EXPLICACIÓN.

El proceso de bootstrapping involucra para Carey (1999) la intervención de ciertos recursos representacionales de carácter innato, de dominio general y de dominio específico.

Así, los preescolares y los niños mayores razonan sobre las clases de seres vivos según el principio esencialista, identificado por Gelman, Coley y Gottfried (2002) y que es común al conocimiento biológico, físico o psicológico. Así, el concepto preescolar de ser vivo contiene el principio según el cual el desarrollo del organismo está orientado por una fuerza interna que lo hace seguir una cierta dirección. Además, como dijimos antes, las explicaciones causales empleadas en T1 y T2 suponen una capacidad innata de razonar causalmente, que es también de “dominio general”. Ambos principios constituyen el núcleo representacional de las adquisiciones del conocimiento biológico, son de origen innato y no se modifican durante el desarrollo, a diferencia de las teorías intuitivas (Carey, 1999).

Finalmente, Carey incluye entre las condiciones del cambio conceptual un conocimiento de “dominio específico”, también de origen innato. Se trata de sistemas que se aplican a distintos conjuntos de fenómenos: los

objetos, agentes, números y el espacio. Cada uno de estos sistemas está organizado alrededor de principios básicos que capacitan a los niños para identificar las entidades del campo y restringen los razonamientos sobre sus fenómenos (Carey & Spelke, 1996). Para el caso del conocimiento biológico, no hay principios innatos de “dominio”, más bien son los principios que permiten el conocimiento de los agentes (la psicología intuitiva) los que restringen la formación de los conceptos de T1. Es decir, por detrás del concepto de animal en T1 se encuentra la noción de persona y de causalidad intencional (la conducta es interpretada por los niños pequeños como orientada hacia objetivos). En los estudios sobre la formación de los números enteros, los antepasados cognoscitivos innatos son las magnitudes analógicas y las representaciones simbólicas de elementos individuales.

Nos permitimos evocar, sin ahondar mucho más, que la hipótesis de los recursos innatos mencionados no tiene un consenso total entre los psicólogos cognitivos. Los investigadores han diseñado métodos experimentales novedosos y se han obtenido datos que revelan conocimientos originales. Pero no arrojan una evidencia concluyente, por ejemplo, sobre los sistemas teóricos que definen un dominio de entidades y tenga poder explicativo, en los bebés, sobre el dominio mental o físico (Fischer y Bidell, 1991). Por otra parte, desde posiciones conexionistas se discute que haya algún conocimiento preespecificado a nivel cortical y sostiene que toda representación emerge de complejas interacciones entre niveles cerebrales y el medio (Elman et al, 1996)

Además, nos permitimos añadir los conflictos cognoscitivos que provoca T1, lo que un piagetiano llamaría “aspecto funcional” de las adquisiciones cognoscitivas, y que Carey no trata como una condición de modo explícito. Se puede observar que las ideas de los preescolares entran en contradicción, al menos en el conocimiento biológico. Justamente, a causa del carácter indiferenciado de los conceptos de T1. Por ejemplo, al no poder distinguir las propiedades de no existente, ausente, muerto, no real e inactivo, a propósito de las estatuas, una niña dice: “Es raro, las estatuas no están vivas, pero yo las veo”. La investigadora le pregunta “¿porqué es raro?”, y la respuesta es que “el abuelo murió y estoy triste porque ya no le veo más”. Para la niña, la estatua es una representación (no es real) y es inactiva, pero está presente porque se le puede ver y existe. Las afirmaciones que contienen una propiedad se contradice con las que afirman otra. Ya se ha dicho, las inconsistencias juegan un rol desencadenante para la elaboración de T2.

Cabe consignar que Carey no se pronuncia sobre el grado de conciencia de los conflictos que se requiere para que se ponga en marcha la reestructuración. Para Inagaki y Hatano (2002) el reconocimiento explícito de las incongruencias no es necesario para la lenta elaboración del cambio conceptual natural, a diferencia

de lo que sucede en un cambio conceptual promovido por el sistema educativo.

LA SIGNIFICACIÓN DEL BOOTSTRAPPING

La metáfora del bootstrapping ha sido utilizada por psicólogos y otros investigadores para dar cuenta del conocimiento, cuándo hay un salto cualitativo entre el punto de partida y el punto de llegada. Así, trabajos dedicados a la adquisición de una segunda lengua, particularmente referidos a la gramaticalización de ciertas secuencias pre-constituídas (Osborne, 1999), apelan a dicho proceso. Incluso, se la puede encontrar en la teoría computacional no clásica: al postularse un procedimiento que utiliza un componente de orden inferior (componente bootstrap) para elaborar otra de orden superior, el cuál a su vez es utilizada para sustituir la componente inferior. Lo mismo se puede decir de algunas teorías del desarrollo intelectual, orientadas por la Inteligencia Artificial (Mallaray, Hurwitz y Duffy, 1997).

Carey produce con el bootstrapping una renovación importante en los estudios de cambio conceptual: es el primer intento sistemático en proponer una explicación de la emergencia de la novedad conceptual de una T2. Es decir, formula una teoría o un esbozo de teoría, en algunos aspectos aún oscura y cuestionable respecto de sus recursos innatos, que permite acceder a la intimidad de la construcción de teorías. Ella avanza en la elucidación del proceso por el cuál un sistema de conocimiento emerge a partir de otro, utilizando algunos de sus materiales.

Claramente, da un paso adelante respecto de otras teorías del cambio conceptual. Así, Gopnick y Wellman (2002) han mostrado que la revisión de una teoría mental, y su sustitución por otra, depende de la intervención de observaciones que, tarde o temprano, no son compatibles con las hipótesis infantiles. Pero la descripción del proceso de testeo y abandono de hipótesis no nos dice cómo se construye la nueva hipótesis. Es decir, los autores no explican estrictamente qué es lo que guía la nueva formulación, a partir de las dificultades del estado anterior. Creemos que algo similar puede decirse de la tesis de Chi (1992) según la cuál el cambio conceptual no consiste en una reestructuración de teorías, sino en una reasignación de una noción a una distinta categoría ontológica. Estamos ante un cambio radical, pero no se informa cuáles son las vicisitudes de la reasignación que hacen los adolescentes (o alumnos).

Con todo, hay que destacar que no disponemos de una antidad relevante de datos que validen el cambio conceptual, porque muchos psicólogos cognitivos investigaron preferentemente formas iniciales de las teorías primitivas o las representaciones básicas. Su perspectiva sobre el desarrollo, basado en el procesamiento interno al aparato mental, implica que ciertos

aspectos de su arquitectura ya están constituidos. De este modo, esos investigadores se han sentido obligados por razones teóricas a buscar principios precoces de dominio, quedando para la psicología del desarrollo su detección.

Volviendo a los psicólogos cognitivos ocupados seriamente del cambio conceptual, como Chi o Wellman y Gopnick, ellos no produjeron una teoría propiamente explicativa. Por el contrario, Carey ha intentado articular en su teoría a las tesis innatistas con un mecanismo productivo de novedades cognoscitivas. Primeramente, postulando algunas representaciones de dominio-general (principios de causalidad y el esencialismo), inmodificables en el desarrollo; y otras representaciones de dominio-específico que son modificables durante la construcción de T2 (la intencionalidad psicológica para la teoría biológica intuitiva). Al disponer de estos recursos, y también del procedimiento de mapeo analógico, los individuos han “tirado de T1” hasta producir T2, por una actividad de reestructuración de las partes de T1. Es decir, ellos han logrado relativizar, diferenciar e integrar los conceptos de T1, para la adquisición de una teoría vitalista. Otro tanto puede decirse de los números enteros.

A pesar de que la crítica de Carey a una explicación centrada solo en la transmisión social del saber biológico o matemático es enteramente correcta, su propia versión de la intervención social no parece del todo satisfactoria. Carey, como la mayoría de los psicólogos cognitivos, no ha ido más allá de otorgar a los saberes culturales un status de input, o a lo sumo, el ser “marcadores” que apoyan el proceso de bootstrapping. En cambio, la investigación socio-cultural del desarrollo parece revelar que las prácticas e instrumentos culturales tienen un rol más protagónico en la construcción intelectual. En un sentido amplio, los niños necesitan de las experiencias adquiridas en los contextos culturales, los que además le suministran los datos para construir sus teorías.

Más aún, los instrumentos culturales compartidos por los miembros de una comunidad posibilitan y limitan (*constraints*) lo que se puede adquirir. Así, los niños aprenden la habilidad para representarse las representaciones mentales de otro, a través del diálogo con los adultos. En términos generales, llegan a compartir con otros individuos los objetivos, los métodos y los conceptos de los mayores (Tomasello, 1999). En un sentido relevante, sus observaciones y su conceptualización de los animales son guiados por los adultos. Se podría decir, desde una epistemología constructivista, que la elaboración individual de novedades se cumple en ciertas condiciones socio-culturales que la “estructuran”. Dicho de otra manera, los individuos crean (o recrean) los significados, que “ya los están esperando” en la cultura. Habría que ver hasta qué punto esta perspectiva podría modificar la teoría del bootstrapping.

Otra derivación interesante, desde el punto de vista

teórico: el bootstrapping trasciende a cualquier proceso algorítmico, y seguramente no consta de un mecanismo computacional, al menos en el sentido clásico (Carey, 1999). El cognitivismo “duro” no dispone, hasta donde lo entendemos, de un mecanismo para trascender la programación inicial, solo puede desplegarla.

BOOTSTRAPPING Y EQUILIBRACIÓN

Finalmente, un comentario sobre el mecanismo del cambio conceptual y las ideas piagetianas. Hemos señalado que Carey sostuvo que la biología infantil no era un conocimiento de dominio-específico original, sino que se elaboraba a partir de una interpretación animista de la vida, próxima a Piaget. Tal enfoque la impulsó a teorizar la transformación de las nociones infantiles, en lugar de buscar solo en el “comienzo” del desarrollo. También hemos subrayado que su distancia del pensamiento de Piaget depende de su análisis de dicha reestructuración en los términos de los sistemas conceptuales, no reductibles a los sistemas lógico-matemáticos. Además, es sabido que la preocupación por las representaciones innatas ha estado totalmente ausente de la obra piagetiana.

Por otra parte, señalamos que la autora reconoce al conflicto cognoscitivo un lugar en la construcción de T2. Pero identifica la teoría de la equilibración de Piaget con la actividad de los conflictos cognoscitivos, los que por sí mismos darían cuenta de la reequilibración. Dicha teoría no postularía un mecanismo propiamente constructivo, dirigido a explicar el modo en que cada individuo “tira de T1”, diferenciando el sentido de no vivo válido para las estatuas, de no vivo aplicable al abuelo, evocando al caso de la hija de Carey (Carey, 1999).

Sin embargo, esta lectura desconoce los componentes constructivos, propiamente “equilibradores” de la teoría de la equilibración, sin los cuáles no se produce la emergencia de los nuevos sistemas de conocimiento. En dicha teoría, especialmente sus últimas versiones (Piaget, 1975 y 1981; García, 2000) la contradicción expresa una máxima disequiliación entre afirmaciones y negaciones, pero no engendra por sí misma a los sistemas de conocimiento. Más bien, se ha postulado la necesidad de procesos de reestructuración de los sistemas conocimiento, mediante la intervención de abstracciones reflexionantes, generalizaciones completivas, o creación de nuevos posibles.

Las perspectivas teóricas son bien diferentes, pero se pueden encontrar coincidencias entre las formas del cambio conceptual, à la Carey, y las modalidades de la dialéctica inferencial elaboradas por Piaget, en *Las Formas Elementales de la Dialéctica* (1981) En esta obra se estudian experimentalmente las transiciones de los sistemas lógico-matemáticos que resultan del proceso de equilibración. Una modalidad es que dado un estado

inicial (relativamente inicial) de los sistemas de pensamiento (por ejemplo, los esbozos de clasificación y seriación previos a la constitución del número), los sujetos proceden a abstraer de esos sistemas las diferencias, lo que implica la fusión de ambos en uno solo (el sistema de los números enteros positivos). Es un proceso de coordinación e integración de las transformaciones correspondientes, inicialmente independientes.

Otra modalidad de dicho pasaje va de la indiferenciación en un nivel de conocimiento (por ejemplo, los sujetos consideran a las perspectivas geométricas como no distinguibles de la propia) hacia la diferenciación (de las perspectivas, articuladas en un sistema operacional de relaciones). A los anteriores, podrían añadirse las relativizaciones de los conceptos, el pasaje de las propiedades consideradas primero como absolutas a ser parte de un sistema (de los objetos “grandes y pequeños” a “menos grande y más pequeño” en una serie). Cualquiera de esas reestructuraciones son para Piaget (1981) inferencias constructivas (no formales o discursivas) cuya conclusión es un nivel más avanzado de conocimiento lógico-matemático. Justamente, la dialéctica sería el “lado inferencial de la equilibración”. Esto es, corresponde - en el mundo de las conexiones significativas- al mecanismo explicativo de la equilibración cognoscitiva.

En nuestra opinión Carey se aproxima a una perspectiva dialéctica, la que se encuentra todavía en “estado práctico” en su presentación de la teoría del bootstrapping, sin alcanzar su explicitación. Así, los conflictos cognoscitivos son una condición para el proceso de construcción; luego, se ponen en marcha actividades de reestructuración conceptual, sea “tirando de T1” o por las abstracciones y generalizaciones piagetianas; las transformaciones intelectuales llevan a conceptos irreductibles a los anteriores (la inconmensurabilidad parcial de Carey); dichas transformaciones son semejantes a las inferencias constructivas postuladas por Piaget (por diferenciación, integración, relativización). En síntesis, sería aceptable hablar de un pensamiento dialéctico común al bootstrapping y al proceso de equilibración. Dicho de otra manera, una dinámica constructiva que “atraviesa” los cambios en los sistemas conceptuales de diferentes campos de conocimiento, en los sistemas numéricos o en las teorías de la biología, pero también en la formación de los sistemas lógico-matemáticos (Castorina y Baquero, en prensa)

El reconocimiento de la dialéctica, tal como la formuló Piaget, permitiría asumir una metodología, cuya utilización consciente multiplicaría su poder para examinar los procesos de cambio conceptual. Por supuesto, no se trata de un método específico de investigación psicológica, sino más bien de una perspectiva para la reconstrucción teórica del movimiento de la formación de las novedades cognoscitivas. Por supuesto, en base a los datos de la investigación empírica.

BIBLIOGRAFÍA

- Baldwin, J. (1895): *Mental Development in the child and the race: methods and process*. New York. Mc Millan.
- Boesch, E. E. (1992) "Culture -individual- culture: the cycle of knowledge", en M.V. Cranach, W. Doise y G. Mugny (Eds) *Social Representations and the solid bases of knowledge*, 89-95. Lewiston, New York. Hogrefe Huber.
- Carey, S. (1985): *Conceptual change in childhood*. Cambridge. MIT Press
- Carey, S. (1988): "Conceptual differences between children and adults", *Mind and Language*, 3, 167-181
- Carey, S. (1991): "Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change?", en S. Carey y R. Gelman (Comps.) *Epigenesis of Mind: Studies in biology and cognition*. Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Carey, S. (1999): "Sources of Conceptual Change", en (E. Scholnick, K. Nelson, S. Gelman y P. Miller, Ed.) *Conceptual Change. Piaget's Legacy*. London, Lawrence Erlbaum.
- Carey, S. (2000): "Science Education as Conceptual Change", *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21 (2): 13-19
- Carey, S. (2001): "Cognitive Foundations of Arithmetic: Evolution and Ontogenesis", *Mind and Language*, Vol. 16, No. 1, 37-55
- Carey, S. (2004) "Bootstrapping & the origin of concepts", *Daedalus*, Winter 2004: 59-68
- Carey, S. & Spelke, E. (1996): "Science and Core Knowledge", *Philosophy of Science*, 63, 515-533.
- Castorina, J.A. (2002) : "El impacto de la filosofía de la escisión en la psicología del desarrollo cognoscitivo", *Psyche*, Revista de la Facultad de Psicología, Universidad Católica de Chile. 25-57.
- Castorina, J.A. & Baquero, R. (en prensa) *Dialéctica y psicología del desarrollo. El pensamiento de Piaget y de Vigotsky*. Buenos Aires. Ed. Amorrortu.
- Chi, M.T. (1992): "Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science", in R. Giere (Ed) *Cognitive models of science: Minnesota Studies in Philosophy of Science*. Mineapolis. University of Minnesota Press.
- Dehaene, S. (1997): *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. New York. Oxford University Press.
- Elman, J.L., Bates, E.A., Johnson, M., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D. & Plunker, K. (1996) *Rethinking innateness: A connectionist perspective on development*. Cambridge. MIT Press.
- Fischer, K. & Bidell, T. (1991): "Constraining Nativist Inferences about Cognitive Capacities", en S. Carey y R. Gelman (Comps) *The epigenesis of Mind. Essays on Biology and Knowledge*. Hillsdale. New Jersey. Erlbaum Associates.
- Fodor, J.A. (1985) "Fodor's guide to mental representation: The intelligent auntie's vademecum", *Mind*, 94, 76-100.
- García, R. (2000) *El conocimiento en construcción*. Barcelona. Gedisa.
- Gelman, S.; Coley, J. & Gottfried, G. (2002): "Las creencias esencialistas en los niños: la adquisición de conceptos y teorías", en L. Hirshfeld y S. Gelman (Comp.) *Cartografía de la Mente*. Barcelona. Gedisa.
- Gopnick, A. (1996): "The Scientist as Child", *Philosophy of Science*, 63, 485-514
- Gopnick, A. & Wellman, H.M. (2002): "La teoría de la teoría", L. Hirshfeld y S. Gelman (comp.) *Cartografía de la Mente*, ob. Cit.
- Hirshfeld, L. & Gelman, S. (2002): "Hacia una topografía de la mente: una introducción a la especificidad de dominio", en L. Hirshfeld y S. Gelman (comp.) *Cartografía de la Mente*. Ob. Cit.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (1993): Young children's understanding of the mind-body distinction. *Child Development*, 64, 1534-1549.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (2002): *Young children's naive thinking about the biological world*. New York. Psychology Press.
- Keil, F.C. (1989): *Concepts, kinds, and cognitive development*. Cambridge. MIT Press.
- Khun, T.S. (1977) *The Essential Tension*. Chicago. University of Chicago Press.
- Mallery, J., Hurwitz, R., Duffy, G. (1987) *Hermeneutics: From Textual Explication to Computer Understanding? The Encyclopedia of Artificial Intelligence*, John Wiley & Sons, New York, 1987
- Neurath, O. (1932) "Protokollsätze", en *Erkenntnis*, Vol. 3.
- Osborne, J. (1999) "Activité épilinguistique, conscience métalinguistique et explication", en *Grammaire, métalangage et productions: données linguistiques et explicitation dans l'apprentissage de l'anglais*. Documente de synthèse.
- Overton, W. (1998): "Developmental Psychology: Philosophy, concepts and methodology", en W. Damon & R. Lerner (eds) *Handbook of child psychology*. New York. Wiley
- Piaget, J. (1929) *The child's conception of the world*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1975) *La Equilibración de las Estructuras Cognoscitivas*. México. Siglo XXI
- Piaget, J. (1981) *Las formas elementales de la dialéctica*. Barcelona. Gedisa
- Quine, W.O. (1960) *World and Object*. Cambridge. MIT Press.
- Thagard, P. (1992) *Conceptual Revolutions*. Princeton: Princeton University Press.
- Tomasello, M. (1999) *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge. Harvard University Press
- Wellman, H.M. (1990) *The child's theory of mind*. Bradford. MIT Press.
- Wellman, H.M. & Gelman, S. (1992): "Cognitive Development: Foundational Theories of Core Domains", *Annual Review of Psychology*, 43: 337-375.
- Werner, H. (1957) "The concept of development from a comparative and organismic point of view", en D. B. Harris (Ed) *The Concept of Development: an issue in the study of human behavior*, 125-148. Minneapolis: University of Minnesota Press
- Wiser, M. & Carey, S. (1983): "When heat and temperature were on", en D. Gentner y Stevens, S. L. (Eds.) *Mental Models*. Hillsdale: Erlbaum