

La equilibración como razonamiento abductivo

Abel Rubén Hernández Ulloa¹

Todo conocimiento consiste en suscitar nuevos problemas
a medida que resuelve los precedentes.

J. PIAGET

La configuración que se da a sí mismo el concepto al realizarse,
es, para el conocimiento del concepto mismo,
el momento esencial de la Idea, que es
diferente a su forma de ser solamente concepto.

G.W.F. HEGEL

Resumen: En el presente trabajo se hace una revisión de las nociones fundamentales de la teoría de la equilibración de Piaget, para articular su postura en relación al marco epistemológico propuesto por las lógicas no-monotónicas y en particular con el modelo del razonamiento abductivo. El trabajo se estructura en tres partes. En la primera parte se presentan las nociones centrales que permiten a Piaget formular su teoría de la equilibración. En la segunda parte se introducen los supuestos fundamentales que dan lugar a la lógica no-monotónica y en particular se presenta el modelo del razonamiento abductivo. En la última parte se presenta una reinterpretación de la teoría de la equilibración integrándola al modelo del razonamiento abductivo.

Palabras clave: Epistemología genética, psicología del desarrollo, lógica no-monotónica, mecanismos inferenciales, razonamiento abductivo, teoría de la equilibración.

Abstract: In this paper I will present a revision of Piaget's equilibration theory in order to analyze its basic concepts through the epistemological framework depicted from non-monotonic logics. In particular I want to show that Piaget's equilibration model could be understood as a case of abductive reasoning. The paper's structure is in three main parts. The first part presents the main concepts that are articulated to build Piaget's equilibration theory. The second part presents the principles that are integrated to build the inferential models portrayed by nonmonotonic logics. I will specifically show the notion of abductive reasoning. Finally, in the third part, I will use the model of abductive reasoning in order to propose a new reinterpretation of Piaget's equilibration theory.

Key words: Genetic Epistemology, developmental psychology, nonmonotonic logic, inferential mechanisms, abductive reasoning, equilibration theory.

¹ Instituto de Investigaciones en Educación, Universidad de Guanajuato.

0. Introducción: la pertinencia de vincular la teoría de Piaget con el razonamiento abductivo

Jerry Fodor (1980) elaborando sobre la crítica de Chomsky a Piaget (esgrimida en la famosa discusión de 1975 en el Coloquio de Royaumont), planteó un serio problema a la posibilidad de que el conocimiento pudiera emerger de modo evolutivo, en el argumento que hoy se conoce como “la paradoja del aprendizaje”. Este argumento sustenta que:

... jamás será posible aprender una lógica más fuerte sobre las bases de una lógica más débil, si lo que entendemos por aprendizaje es la formación y constatación de hipótesis... Literalmente no existe algo como la noción del aprendizaje de un sistema conceptual que sea más rico de aquel que ya tenemos; nosotros simplemente no tenemos idea de cómo podría ser el pasar de un pobre sistema conceptual a uno más rico por medio de algo que sea un proceso de aprendizaje. (Fodor², 1975: 148-9)

La postura anti-constructivista de Fodor (1975) esgrime el principio innatista de la existencia de un lenguaje que habrá de representar de modo funcional la realidad. Teniendo una estructura sintáctica previa, el aprendizaje es únicamente a través de constatación de hipótesis pero, de algún modo, los contenidos representacionales ya se encuentran en la mente. Fodor sostiene entonces que no hay nunca aprendizaje en el sentido de adquirir nuevos conocimientos sino que únicamente se dará la “fijación de creencias” a partir de un mecanismo inductivo (Fodor, 1992). Esta postura de Fodor, aunque parezca increíble, ha sido ampliamente aceptada en círculos filosóficos y también como base de algunas de las teorías psicológicas contemporáneas más aceptadas como las que sustentan los postulados de la modularidad de la mente.

A estas teorías psicológicas, aún reconociéndolas en el lugar más destacado entre las teorías que explican la cognición humana, el mismo Fodor (2000) las sitúa como incapaces de dar cuenta del razonamiento abductivo. En particular Fodor señala que:

By all the signs, the cognitive mind is up to its ghostly ears in abduction. And we do not know how abduction works. So we do not know how the cognitive mind works; all we know anything much about is modules (Fodor, 2000: 78).

Es importante subrayar que para Fodor (2000) la abducción, entendida como la elección de la mejor hipótesis explicativa, se produce más bien como por una corazonada que por un procedimiento inferencial. Desde luego esto es coherente con su postura teórica sobre la adquisición del conocimiento entendida solo como

² La traducción es mía.

“fijación de creencia”. Para Fodor, no existe entonces una teoría psicológica que pueda dar cuenta del razonamiento abductivo.

Desde luego en oposición a Fodor se han presentado otras posturas que son mucho más acordes a la epistemología de Piaget. Por ejemplo, Bickhard (2003) ha señalado que “la paradoja del aprendizaje” descansa sobre el supuesto ontológico de la existencia estática de diferentes niveles de complejidad en los que se establecerían relaciones de correspondencia entre objetos y sus “codificaciones”. Bajo esta perspectiva epistemológica estas codificaciones no permitirían la emergencia de ningún nuevo conocimiento. Lo que se requiere entonces, propone Bickhard (2003), es asumir una postura ontológica totalmente diferente. En lugar de considerar objetos que se encuentren definidos de modo substancial en diferentes niveles de complejidad, se propone una ontología de acuerdo a lo que hoy —gracias a la física contemporánea— se puede conocer acerca de la “esencia” de la materia, que se compone por campos de energía y, por ello mismo, por procesos. De este modo en lugar de asumir como última realidad ontológica a entidades substancializadas, se asume una metafísica de procesos y entonces es pertinente hablar de la emergencia de la representación e incluso de la emergencia de representaciones necesarias. Desde Chomsky no es posible esta emergencia por considerar que el mundo está substancializado y por ello a un nivel de realidad ontológico le correspondería un nivel de codificación determinado. Pero asumiendo que la realidad no está definida en reificaciones de substancias sino que se establecen campos de energía que se transforman y estructuran en diferentes niveles entonces es posible entender la emergencia de propiedades en una perspectiva de evolución de modos de la realidad compleja. Ésta es entonces una postura dinámica que permite entender la postura el razonamiento abductivo que es —de acuerdo a Peirce— el único capaz de generar nuevas hipótesis explicativas a partir del conocimiento disponible. Por esto en este trabajo se considera a la abducción como una forma particular de instanciar la noción de equilibración formulada por la teoría piagetiana. En este sentido se hará eco a lo que Von Glasersfeld (1998) ya había señalado, acerca de la pertinencia de reconsiderar el razonamiento abductivo en un marco epistemológico acorde a Piaget.

Lo más notable es que, en sus últimos escritos, Piaget menciona que en los procesos de razonamiento que corroboran la necesidad de una inferencia, se encuentran vinculados dos procesos de razonamiento que el mismo Peirce había distinguido:

... señalemos de inmediato que (...) implicaciones entre acciones, así como entre enunciados, pueden presentarse bajo tres formas: una forma “preactiva” (que Peirce llamaba “predictiva”) que consiste en decir si $A \rightarrow B$, los B consisten en consecuencias nuevas derivadas de A; 2) una forma “retroactiva” (que Peirce

llamaba “retrodictiva”) expresando el hecho de que B implica A en calidad de condición previa; 3) una forma justificativa si vincula a 1) y 2) por condiciones necesarias que alcanzan así las “razones”. Pero debe recordarse que una razón **R** de una verdad necesaria no es nunca aislable y plantea tarde o temprano el problema de la razón **R'** de esta razón **R** y así siguiendo una espiral dialéctica que se agrega a estas interconexiones entre las implicaciones de tipo 1) y 2). (Piaget en: Piaget y García, 1989: 114)

El camino que Piaget señala para la construcción de “razones necesarias” implica la relación recíproca de dos sentidos inferenciales que son el razonamiento *hacia adelante* (*forward reasoning*) y el razonamiento *hacia atrás* (*backward reasoning*). En tanto el razonamiento *hacia adelante* se caracteriza en los modelos formales de la lógica estándar de primer orden; el razonamiento *hacia atrás* ha motivado la elaboración de modelos lógicos no clásicos entre los que destaca el modelo del razonamiento abductivo (Aliseda, 1997); (Josephson and Josephson, 1994).

En la reciente edición en lengua inglesa de las últimas páginas escritas por Piaget, Smith (2006) —quien traduce el texto original del francés— ofrece varias notas críticas de los argumentos y en una de ellas señala también la influencia de estas mismas nociones de Peirce acerca de los sentidos del razonamiento.

El razonamiento en sentido “hacia adelante” se considera dirigido por las premisas que habrán de producir una conclusión. En tanto el razonamiento en sentido “hacia atrás” es dirigido a partir de “conclusiones” y habrá de buscar las premisas que le den coherencia. Este cambio permite la posibilidad de que alguna información sea dejada de lado, en tanto el estado actual de conocimientos puede hacer que esa información ya no sea relevante. Esta sería la esencia del razonamiento “falible” que caracteriza las lógicas no-monotónicas. Pero es justamente esta búsqueda de coherencia la que también tiene un valor central en la teoría epistemológica de Piaget. Es la construcción de sistemas de significados la que habrá de dar cuenta de los alcances epistémicos de los sujetos. En este sentido es necesario considerar que la configuración de hipótesis que se desarrollan en un proceso explicativo hasta alcanzar un carácter de “razones necesarias”; solo puede ser el resultado de la construcción de sistemas de significados (Piaget, 2006) que emergen de organizaciones y relaciones que se hacen posibles por la integración de las coordinaciones de diferentes esquemas de asimilación.

Una parte fundamental de la teoría epistemológica de Piaget se encuentra en la cuidadosa descripción de los mecanismos que hacen posible el avance del conocimiento. La teoría de la equilibración es central para dar cuenta de los mecanismos que hacen posible la construcción de los sistemas de significados. La literatura disponible sobre Piaget se centra principalmente en discutir la teoría de los estadios y algunas pruebas empíricas que desarrolló hasta mediados de los años sesenta. Es por esto que se hace necesario volver a considerar la teoría

de Piaget pero revisando las nociones fundamentales de la teoría de cambio epistémico. Este documento es un esfuerzo en esa dirección, que particularmente busca relacionar la teoría de la equilibración y el modelo de la abducción. La tesis central es que la abducción es un caso particular de equilibración.

I. Los procesos de transformación del conocimiento

El desarrollo en la construcción del conocimiento

La dinámica de la formación del conocimiento y de la construcción de las estructuras que lo hacen posible, así como su manifestación en diferentes niveles de ejecución en los sujetos o a lo largo de la historia de las ciencias, es el tema central de las investigaciones de la escuela epistemológica de Piaget (Smith, 1993, 2002). El desarrollo es el supuesto fundamental para explicar la construcción de las estructuras cognitivas y de las teorías científicas y junto con éstas la construcción del conocimiento. De esta manera, el conocimiento cambia con el cambio en las estructuras cognitivas del sujeto, y el cambio no es aleatorio sino que está sometido a un proceso que tiene ciertas regularidades y que siempre lleva a niveles superiores, de más validez, que se caracterizan por su mayor estabilidad (Piaget, 1990). La estabilidad se mide en relación con el nivel de manipulación y de comprensión que el sujeto epistémico consigue tener del entorno que le rodea; entendiendo, en primer lugar, que la manipulación implica una coordinación coherente de la acción del sujeto y de las transformaciones que consigue por ella y, en segundo lugar, que la comprensión requiere del uso de esquemas racionales que se han constituido a partir de las mismas acciones del sujeto.

En otras palabras, se encontrará estabilidad en distintos niveles del desarrollo de la inteligencia del sujeto y siempre en función directa de las relaciones que establece con su entorno; así, el progreso continúa hasta que se alcanza el nivel hipotético-deductivo, que consolidará su validez sobre la de los niveles anteriores.

La teoría piagetiana asume que la inteligencia es la prolongación de un proceso de adaptación del sujeto a su entorno (Piaget, 1975a). Esto implica que la acción del sujeto es fundamental, como lo son también los objetos sobre los que se ejerce dicha acción; por ello, la perspectiva piagetiana es esencialmente dialéctica, y la interacción sujeto-objeto ocupa un lugar predominante a lo largo de todas las investigaciones y se vuelve fundamental para explicar las transformaciones del conocimiento.

El vínculo indisoluble entre el sujeto y el objeto propicia que se establezcan equilibrios dinámicos entre ambos, a partir de las estructuras cognitivas del sujeto. Cuando se presenta un desequilibrio en esa relación, es el momento en el que se

precisa una transformación del conocimiento y es entonces que la equilibración se convierte en el núcleo de ese proceso de transformación. Por ello, es precisamente en la equilibración donde se encuentra el enlace, no sólo entre el sujeto y el objeto, sino también entre los diferentes niveles estructurales. Más aún, es a partir de la equilibración que se comprende la continuidad de todo el desarrollo y del avance progresivo de la inteligencia en la sucesión de los distintos niveles y estadios. A lo largo del proceso se van estableciendo con mayor precisión las diferencias entre los objetos, y se irá ganando en la construcción e integración de las propiedades que los determinan y en la apreciación de sus diferencias, y también el sujeto va ganando autonomía y de manera progresiva dejará su dependencia al referente empírico inmediato para utilizar su inteligencia y desarrollar su pensamiento. Fundamentalmente deberá entenderse la transformación del conocimiento y su progreso en función de las diferentes estructuras cognitivas a las que va accediendo el sujeto o, mejor dicho, que va construyendo a partir de un proceso genético.

De lo anterior es necesario precisar los términos más generales usados por la epistemología genética para tratar los procesos de transformación del conocimiento. Estos términos son los de estructura y génesis. Propiamente el constructivismo epistemológico de Piaget explica el avance del conocimiento, o bien a partir de las relaciones que se pueden establecer desde los límites de una estructura cognitiva, o bien cuando se supera una estructura y se llega a una estructura superior que va más allá de los conocimientos que eran factibles desde la estructura precedente.

Así, en primer lugar es necesario entender que los cambios más importantes se dan entre una estructura y la siguiente. A lo largo de los estudios psicogenéticos se pueden apreciar claramente las diferencias entre los conocimientos a los que se accede con una estructura “simple”,³ propia de un nivel de desarrollo cognoscitivo, y a los que se accede con una estructura más “compleja”, que caracteriza a una etapa posterior en el desarrollo cognoscitivo. Pero no basta con atender las diferencias en estructuras distintas, sino que es preciso explicar el cambio de una a otra en relación con el proceso intermedio que es la génesis. No es posible concebir una estructura sin referirse a su proceso genético de formación, y del mismo modo no es posible referirse a un proceso de formación sin que parta de una estructura, por ello Piaget indica que:

³ Los términos simple y complejo pueden ser referidos a diferentes niveles estructurales, por lo que sería necesario definir cuál es la referencia para que tuvieran un sentido. Por el momento los utilizamos en general, únicamente para describir diferencias entre niveles de estructura. De ninguna manera “simple” debe entenderse como carente de un proceso genético que lo ha constituido. Toda estructura tiene génesis, esto es lo que debemos precisar.

En una palabra génesis y estructura son indisociables. Lo son temporariamente, lo cual significa que, si nos encontramos en presencia de una estructura en el punto de partida y de otra, más compleja, en el punto de llegada, entre las dos se ubica necesariamente un proceso de construcción que es la génesis. Jamás existe la una sin la otra, pero tampoco se llega a las dos en el mismo momento, pues la génesis es el paso de un estado anterior a uno posterior. (Piaget, 1975b: 74)

Se explica entonces que en los procesos de transformación del conocimiento se manifiesta la regularidad de los cambios de estructura. Siempre se mantiene un patrón constante en la sucesión estructura-génesis-estructura. En todo momento, el sujeto sostiene una actividad constante y hay formas específicas que regulan esa acción y se manifiestan en su interacción con el entorno, aunque también es cierto que esas formas generales habrán de mostrar diferencias cualitativas y además serán dirigidas de manera distinta según se encuentre el sujeto en un nivel estructural o en otro.

Los invariantes funcionales en todo proceso de conocimiento, incluyendo las transformaciones estructurales, serán la asimilación y la acomodación. Asumiendo que el conocimiento es un proceso de adaptación que es la continuación de un proceso biológico, es preciso explicar entonces cómo el organismo va relacionándose con el medio para adaptarse a él usando su inteligencia. Piaget habla de la relación estrecha que hay entre la organización y la adaptación. En primer lugar, hay que entender que la relación de cualquier organismo con el medio que le rodea parte de su misma organización biológica, que le permite adaptarse a ese medio; y en segundo lugar, es necesario observar cómo se prolonga esa organización en los seres humanos para dar lugar a determinados procesos cognoscitivos que permitirán también la adaptación al medio, haciendo uso del conocimiento construido.

La asimilación es un aspecto de la relación que establece una organización, en principio biológica, para adaptarse a su entorno. Piaget, quien era biólogo, señala cómo en los seres vivos se da el ciclo regular de los procesos físico-químicos y cómo es necesaria la asimilación de determinados elementos (en forma de alimentos, por ejemplo) para que el organismo continúe sus procesos vitales. Debemos señalar que la asimilación implica la transformación de esos elementos para que se incorporen al ciclo vital. De la misma manera, pero sin pretender reducir lo racional a lo puramente biológico, la inteligencia asimila los datos de la experiencia y los transforma a partir de las estructuras cognitivas que posee. Para enfatizar esta función primordial, Piaget señala que la inteligencia es asimilación:

...la inteligencia es *asimilación* en la medida en que incorpora a sus marcos todo lo proporcionado por la experiencia. Bien se trate del pensamiento, que, gracias al juicio, hace entrar lo nuevo en lo conocido y reduce así el universo

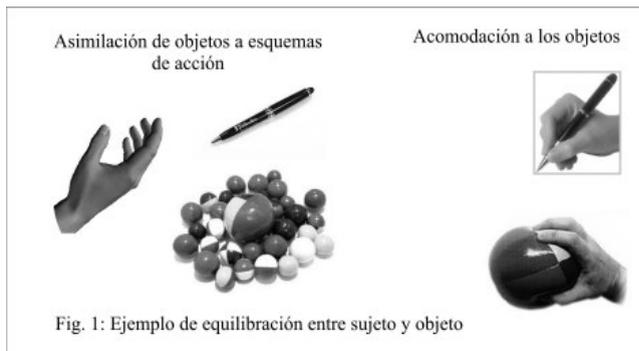
a sus nociones propias, o de la inteligencia sensoriomotriz, que estructura igualmente las cosas percibidas reduciéndolas a sus esquemas, en todos los casos la adaptación intelectual implica un elemento de asimilación, es decir, de estructuración mediante la incorporación de la realidad exterior a unas formas debidas a la actividad del sujeto. (Piaget, 1990: 16)

De este modo, los objetos son asimilados por el sujeto, ya se trate entonces de objetos que alimenten los ciclos físico-químicos para la vida orgánica, o bien de los objetos que son incorporados a la inteligencia por medio de esquemas sensoriomotrices o bien por los esquemas más complejos, que se desarrollan a partir de aquéllos y que caracterizan el pensamiento en sus diferentes estadios. Es muy importante señalar que el objeto es estructurado siempre desde las formas que el sujeto ha construido por la coordinación de sus esquemas, que son producto de las acciones que ha podido realizar dadas sus condiciones de organización biológica. Pero la asimilación es sólo un aspecto del proceso de adaptación del organismo al medio que le rodea; el otro aspecto fundamental, y que siempre estará unido a éste, es la acomodación.

La acomodación es la modificación de los esquemas o estructuras cognitivas del sujeto para que puedan ser incorporados los objetos que están siendo asimilados. La acomodación es el proceso inverso a la asimilación en la función de adaptación del organismo al entorno, esto implica que no sólo son transformados los objetos al incorporarse a determinados esquemas, sino que los mismos esquemas deberán modificarse para que puedan ser asimilados los objetos. De esta manera, ambos procesos son complementarios.

Es conveniente dar un ejemplo concreto de este proceso en un esquema de asimilación fundamental desarrollado desde la etapa del desarrollo sensoriomotriz. Es el esquema de abrir y cerrar adecuadamente la mano para poder asir objetos. Este esquema de acción normalmente es coordinado a partir del esquema de acción visual, de modo que la percepción visual del objeto que desea asirse, guía ya los movimientos coordinados de los dedos y la mano. En la siguiente figura se ilustra cómo la mano se abre para poder asir una pelota y también la forma en que se ajusta para asir una pluma. En ambos casos hay un proceso de asimilación del objeto que se está asiendo pero también hay un ajuste del esquema para que los objetos, siendo distintos, sean asimilados. Esta coordinación diferenciada también puede comprenderse como una equilibración entre el sujeto y el objeto.

La asimilación y la acomodación constituyen los elementos básicos del funcionamiento intelectual; son los dos aspectos indisolubles de la adaptación. Y debe enfatizarse, para corregir los malos entendidos respecto a estos conceptos, que no pueden ser separados el uno del otro. Es propio destacar que el equilibrio progresivo se establece principalmente a partir de estos dos mecanismos que son



la asimilación y la acomodación; así, cuando ambos llegan a un estado en el que se integran sus funciones, se consigue una relación estable entre la realidad y las estructuras cognitivas del sujeto. Esto supone asimismo el equilibrio de la función de adaptación con la de organización, ya que la organización corresponde al aspecto interno de la adaptación. Este sentido de organización implica un orden coherente que supone entonces que se ha realizado de modo efectivo la asimilación. Así, Piaget enfatiza:

...la adaptación intelectual, al igual que cualquier otra, es una puesta en equilibrio progresivo entre un mecanismo asimilador y una acomodación complementaria. El espíritu no puede encontrarse adaptado a la realidad más que si existe una perfecta acomodación, es decir si en esta realidad nada acude ya a modificar los esquemas del sujeto. A la inversa, no obstante, no hay adaptación si la nueva realidad ha impuesto unas actitudes motrices o mentales contrarias a las que habían sido adoptadas con otros datos anteriores: no existe adaptación más que si hay coherencia, en consecuencia asimilación. (Piaget, 1975a: 17)

Resumiendo, debe entenderse que tanto la asimilación como la acomodación son los invariantes funcionales en todo proceso cognitivo; así, todo conocimiento implicará siempre esa asimilación del entorno del sujeto como la acomodación de sus esquemas que lo hacen posible, de este modo ambos aspectos estarán siempre presentes en esa continua función de adaptación del sujeto al entorno. Es por esto que se garantiza la continuidad funcional a través de su constante acción desde las estructuras cognitivas o aun cuando éstas deben ser superadas y modificadas. La coordinación de las funciones se realiza desde una particular estructura que es modelada en la teoría de Piaget como un sistema cognitivo en que se encuentra en equilibrio o en la búsqueda de equilibrio.

El equilibrio en los sistemas cognitivos

Piaget señala que los sistemas cognitivos son abiertos en un sentido y cerrados en otro; en el sentido de que constantemente se están enfrentando a los datos

exteriores a ellos, se presentan como abiertos; pero al mismo tiempo son cerrados, en el sentido de que su relación con ese exterior se determina a partir de los esquemas —internos— de asimilación que lo conforman. Un sistema cognitivo está compuesto entonces por diferentes esquemas de asimilación que se constituyen en los componentes iniciales o primitivos de todo proceso de conocimiento. El equilibrio de un sistema cognitivo dependerá, en primera instancia, de la relación que guarda el conjunto de los esquemas de asimilación con el entorno en el que se encuentra el sujeto; y posteriormente, cuando se construyan esquemas de asimilación que operan en el terreno formal, entonces también habrá equilibrios que no tengan relación con el entorno sino que deberán de ajustarse a los principios lógicos y epistémicos del sujeto. Pero siempre un esquema de asimilación es el punto de partida para la construcción tanto del mismo sistema cognitivo, como de cualquier producto que pueda ser elaborado por éste, es decir de cualquier conocimiento. Por esto, para explicar cómo se comporta cualquier sistema cognitivo, es necesario describir el funcionamiento de los esquemas de asimilación que lo conforman y para ello Piaget propone los dos siguientes postulados:

Primer postulado: Todo esquema de asimilación tiende a alimentarse, es decir, a incorporar elementos exteriores a él y compatibles con su naturaleza. (...)

Segundo postulado: Todo esquema de asimilación se encuentra obligado a acomodarse a los elementos que asimila, es decir, a modificarse en función de sus particularidades, pero sin perder por ello su continuidad. (Piaget, 1990: 9)

Ahora bien, es necesario precisar que los elementos compatibles a la naturaleza de todo esquema de asimilación no son únicamente los datos exteriores (o los obtenidos reflexivamente), sino también los otros esquemas de asimilación que son distintos de aquél y, más aún, la misma estructura que los engloba. Desde luego, cada una de estas relaciones es muy diferente y constituyen distintas formas de equilibrio y por lo mismo distintas formas de equilibración. En tanto todo esquema requiere, simultáneamente, asimilar y acomodarse a los elementos que se le proporcionan, distinguiendo los rasgos propios de cada elemento, se hacen necesarios entonces procesos de asimilación y acomodación distintos en cada caso. De este modo, los objetos exteriores (o los datos inferidos), otros esquemas de asimilación y la estructura cognitiva como totalidad que engloba al esquema, son los elementos con los que se habrá de relacionar todo esquema de asimilación y en los que se presentarán las distintas formas de equilibrio. Cuando los intercambios con estos elementos presenten algún obstáculo y no sea posible que el esquema se acomode plenamente mediante la asimilación y la acomodación, entonces será necesario que se recupere el equilibrio mediante el proceso de la equilibración. Por esto, la equilibración se presentará en las formas determinadas por esas relaciones, que delimitarán su estructura funcional.

Las formas de la equilibración

Puntualizando podemos señalar que las tres formas de equilibrio, y por ello mismo las formas en que habrá de desarrollarse la equilibración, se presentan entre:

- la asimilación de objetos a un esquema y la acomodación del esquema a los objetos.
- esquemas que son comprendidos como subsistemas.
- los esquemas comprendidos como subsistemas y la totalidad que los engloba, que será propiamente el sistema cognitivo o sistema epistémico al hablar de teorías científicas.

A cada una de estas equilibraciones le corresponden algunas relaciones entre afirmaciones y negaciones, que son las que propician el equilibrio o bien generan su búsqueda. De modo que, desde la reacción del sujeto ante algún elemento que es percibido, hasta la diferenciación de esquemas de asimilación, en relación con la totalidad que los coordina, es posible identificar que la presencia de estas afirmaciones y negaciones va a definir y a estructurar las respuestas del sujeto.

En cuanto a la primera forma de equilibrio que se realiza en la interacción entre el sujeto y el objeto, la presencia de afirmaciones y negaciones se distingue a partir de la manipulación que realiza el sujeto sobre el objeto. Esta manipulación se consigue a partir de la coordinación de los esquemas de asimilación del sujeto y tendrá éxito, o no lo tendrá, dependiendo de que la afirmación o negación de las acciones se ajuste a lo requerido por las características presentes en el objeto que pretende ser asimilado. De modo que la presencia, o la ausencia, de alguna característica concreta en el objeto que será asimilado requieren de la afirmación, o negación, de la propiedad correspondiente en el esquema del sujeto, a fin de que consiga el ajuste requerido y alcance la acomodación exitosa para asimilar dicho objeto. Por ejemplo, cuando el sujeto es capaz de realizar exitosamente la prensión de un objeto cuyas dimensiones le obligan a abrir la palma de la mano, y posteriormente desea concretar la prensión de un objeto más pequeño, deberá considerar esa característica presente en el objeto —la dimensión— y ajustar su mano para sujetarlo exitosamente. Es así como un esquema A se aplica por igual a dos objetos, ajustándose de modo: A' y A'' , pero el sujeto debe distinguir que adecuarse del modo A' implica A y no- A'' .

El segundo tipo de equilibrio se refiere a la relación armónica entre dos esquemas para trabajar conjuntamente. En este caso los esquemas se vinculan y logran una asimilación más completa de los objetos, ya que el uso de los dos esquemas implica la comprensión de, al menos, dos propiedades del objeto, i.e. aquellas que son asimilables de forma independiente por cada esquema. Pero usualmente este tipo de relación de esquemas implica, la coordinación de acciones

y de las modificaciones que estas acciones realizan en el objeto. De este modo, continuando con el ejemplo que presentamos, el esquema de la prensión se coordina con la visión de manera que el sujeto puede, desde antes de asir el objeto, coordinar sus acciones para abrir la palma de la mano de la manera conveniente a sus propósitos; así, gracias a que la vista proporciona una parte de la información útil para la asimilación por el esquema de la prensión, el sujeto puede llevar ésta a cabo con mejores resultados. Sin embargo, la acción conjunta de los esquemas permite al sujeto desarrollar acciones más complejas, por ejemplo mover un objeto con el propósito de impulsar otro; este tipo de coordinación permite una asimilación que rebasa la simple suma de los esquemas que se vinculan. Los sujetos progresivamente vinculan esquemas más complejos, aquí la principal relación con las afirmaciones y con las negaciones se presenta cuando se deslindan las diferencias de lo que es propio de la asimilación mediante un esquema particular de aquellas que requieren la participación conjunta de varios.

En el tercer tipo de equilibrio se debe distinguir entre las propiedades de un esquema de asimilación en su uso particular y las propiedades que tiene la totalidad de la que forma parte. Este tipo de equilibrio es similar al anterior, pero aquí se presenta la integración de los esquemas particulares hacia la totalidad del sistema que los coordina y simultáneamente la diferenciación de las formas específicas que tiene cada esquema de asimilación con sus peculiaridades respecto a la misma totalidad. Es decir, las afirmaciones y negaciones se presentan aquí en el sentido de comprender aquellas asimilaciones propias e independientes en cada esquema de aquellas que se realizan por su vinculación y subordinación a una totalidad que las coordina.

En conjunto, las formas de la equilibración y su correspondencia con las afirmaciones y negaciones pueden considerarse esquemáticamente del siguiente modo:

EQUILIBRACIÓN	AFIRMACIONES Y NEGACIONES
<p>ENTRE: Asimilación de objetos a esquemas de acción y su acomodación a los objetos.</p>	<p>Esquemas: A B C y Objetos: A' B' C' Pero es necesario distinguir la posibilidad de que un esquema se aplique a dos objetos similares pero que obliguen una distinción del siguiente tipo: A= A' y A'' es necesario distinguir: A' = A & -A''; y A'' = A & -A'</p>

ENTRE: Subsistemas	Es necesario establecer negaciones parciales para la estabilidad coherente de las coordinaciones entre subsistemas, del siguiente modo: $S1 \ \& \ S2 \neq S1 \ \& \ -S2$ $S1 \ \& \ S2 \neq S2 \ \& \ -S1$
ENTRE: Subsistemas y totalidad (integración y diferenciación)	Este caso es similar al anterior, pero es necesario entender aquellas propiedades comunes de los S que pertenecen a T. Y los caracteres de los subsistemas que no pertenecen a T.

Cuando un esquema está en equilibrio y se le presentan situaciones que le impiden la asimilación exitosa, se propicia el proceso de equilibración. De este modo, en el momento que no hay éxito en el proceso de asimilación el esquema entra en una crisis momentánea que es un desequilibrio. Ya que la equilibración es un modo constructivo en el que las estructuras cognitivas responden a los desequilibrios, es conveniente analizar estos últimos.

Los desequilibrios

Los desequilibrios son la fuente del desarrollo para el conocimiento y consisten principalmente en las dificultades de ajuste entre un esquema de asimilación y algún elemento con el que se relaciona (objetos, subsistemas o la totalidad del sistema que lo contiene). Estas dificultades de ajuste se manifiestan como perturbaciones para el sujeto que las enfrenta, y como contradicciones si son observadas por otro sujeto desde un estadio superior. Piaget señala que son una compensación incompleta entre afirmaciones y negaciones y que pueden ser expresadas de la siguiente manera: $P \ \& \ -P > 0$. De esta manera, una característica del pensamiento que propicia esta desigualdad entre afirmaciones y negaciones, es que en un principio el pensamiento se fija demasiado en el carácter positivo, tanto de los objetos como de las acciones, y requiere ir construyendo las negaciones. Del mismo modo, Piaget unirá también, desde el punto de vista operatorio, a las negaciones con los cuantificadores y con la reversibilidad, todos ellos carentes e incoordinados en principio serán causa de constantes desequilibrios. Es comprensible que, al atender el carácter positivo de los objetos y de las acciones, se presenten problemas de cuantificación y de reversibilidad. (En este sentido se señalarán posteriormente algunos ejemplos.) Pero frente a esta presencia de los desequilibrios, tan reiterada en el principio de la construcción del sistema cognitivo, no es conveniente apreciar sus causas exclusivamente en las acciones del sujeto, ya que al respecto Piaget dice lo siguiente:

Se trata de establecer si los desequilibrios, o dicho de otro modo, las contradicciones, son inherentes, por una especie de necesidad intrínseca, a la constitución de los objetos, por una parte, o a las acciones del sujeto por la otra, o si son sólo el resultado de conflictos momentáneos, como los que supone cualquier desarrollo histórico: en este caso se deberían a la diversidad de los sistemas y subsistemas de observables y de coordinaciones, al hecho de que ninguno de ellos está desde un principio acabado (e incluso los sistemas causales no lo están nunca) y al hecho de que se desarrollan a diferentes velocidades; en una palabra, al hecho de que ninguna forma de pensamiento es capaz de abarcar simultáneamente, en un todo coherente, la totalidad de lo real ni del universo de discurso. (Piaget, 1990: 15)

Entonces se deben deslindar las causas de los desequilibrios como exclusivos del sujeto o del objeto para comprenderlos mejor como resultados del desarrollo histórico de las relaciones entre ambos. Desde este enfoque se precisará que las causas que propician la presencia reiterada de los desequilibrios no actúan únicamente en lo que se refiere a las primeras etapas del desarrollo de los sistemas cognitivos, sino incluso se pueden encontrar en las mismas formulaciones del pensamiento científico más acabado. Ya que no es posible que el pensamiento sea capaz, en ningún momento de su desarrollo, de “abarcar simultáneamente en un todo coherente la totalidad de lo real ni del universo de discurso”. Las razones fundamentales para comprender a los desequilibrios y su presencia reiterada, son: por una parte, la diversidad de los subsistemas y sistemas de observables y coordinaciones, y por otra, el desarrollo desfasado de los mismos.

En cuanto a la diversidad de sistemas y subsistemas, es posible identificarla en primer lugar en el sujeto desde los distintos esquemas de asimilación más elementales (por ejemplo, la prensión, la visión, etc.) y de su progresiva vinculación para constituir esquemas más complejos, y en segundo lugar en la manera en que el mismo sujeto va estableciendo las múltiples relaciones entre los objetos y las características que les son propias, como las relaciones causales en algunos de ellos. Por otra parte, el desfase en el desarrollo de los mismos sistemas es comprensible ya sea porque, o bien algunas de las relaciones más atendidas por el sujeto propician que se desarrollen determinados esquemas y relaciones entre ellos, o bien porque la dificultad inherente a la coordinación de algunas propiedades de los objetos y de las nociones que les son aplicadas dificultan su asimilación hasta que se conjuntan sistemas o subsistemas desarrollados también a diferente velocidad o de manera independiente. Un ejemplo de esto es la coordinación en un sistema de conjunto de las dos reversibilidades: la inversa y la recíproca, que aun cuando se van estructurando paralelamente no se conjuntan sino hasta después de que se han encontrado distintos problemas que promueven su vinculación y también se ha conseguido la consolidación de otros sistemas para que al fin el sujeto alcance el estadio de las operaciones formales.

Un aspecto fundamental en la formación de los sistemas y subsistemas es la diferenciación e integración de sus funciones características. Esas diferenciaciones e integraciones que se promueven para resolver los conflictos de los desequilibrios tienen sus más significativos logros cuando el equilibrio que se recupera no es el mismo del que se partió, sino que se ha producido en un nivel superior que se caracteriza por una mayor definición en las relaciones de los esquemas que forman el sistema o incluso cuando se ha construido un sistema más amplio y comprensivo. Cada vez que se realiza este tipo de avances se considera que la equilibración es maximizadora.

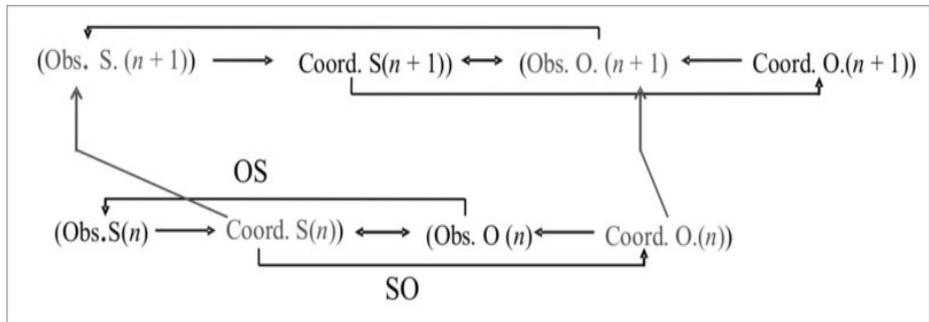


Figura 2: Proceso de equilibración: integración de coordinaciones del nivel n como observables en el nivel $n+1$

Fuente: Piaget, 1990: 47 (Diagrama original modificado)

En la Figura 2 se muestra la integración de un nivel de coordinaciones n que se incorporan en un nuevo plano $n+1$ pero ahora como observables. El sentido que tiene este proceso es que a partir de las acciones de un nivel que permiten la organización de los observables, se puede acceder a otro nivel de coordinación de esas primeras acciones. Un ejemplo es la organización de diferentes conjuntos de objetos por tamaños. Es decir la simple colección de objetos que un niño puede ordenar de menor a mayor como en “escalerita”. Pero una vez que se entiende perfectamente ese proceso se puede acceder a un plano teórico de esas coordinaciones y entender la fórmula que señala la transitividad de la propiedad “mayor que” como cuando se expresa: si A es mayor que B, y B es mayor que C; entonces A es mayor que C. De este modo algo que en principio parece ser muy simple (la coordinación en “escalerita” para ordenar objetos de menor a mayor), se convierte en la base para establecer relaciones más complejas que permiten instanciar propiedades mucho más complejas como la enunciación de principios matemáticos como lo es la transitividad de las relaciones asimétricas. Es así que la teoría de la equilibración permite dar cuenta de la emergencia de nuevos contenidos semánticos que son más ricos que los niveles elementales de donde parten.

La teoría de la equilibración propone entonces una explicación para entender el proceso de la formación de significados más complejos a partir de las configuraciones que determinan los espacios conceptuales que han sido construidos por medio de las coordinaciones del sujeto. La perspectiva de los procesos de razonamiento no-monotónico presenta una caracterización similar acerca de las estrategias epistémicas de los sujetos.

II. Lógicas no-monotónicas

En el ideal clásico de la racionalidad deductiva se encuentra un gran obstáculo para poder explicar la racionalidad que se sigue en la vida cotidiana, ya que en el razonamiento de “sentido común” no se procede con omnisciencia lógica, como para aceptar todas las consecuencias de las premisas en las que se cree; ni se mantiene siempre la misma conclusión sobre algo, pues si se aumenta la información es posible que se retracten las conclusiones de razonamientos que se habían realizado con perfecta corrección. En el ideal de la lógica clásica Por esta razón se han desarrollado las lógicas no-monotónicas que pretenden ocuparse de la racionalidad que se utiliza cotidianamente recuperando las características falibles del pensamiento, dando lugar así a la retractabilidad cuando aumenta la información.

Para comprender cómo es un razonamiento no-monotónico puede considerarse el siguiente ejemplo: Un investigador realiza esta observación: Juan un niño de 4 años es capaz de contar sin error del uno al diez. Cuando se le presentan dos colecciones de objetos (de cinco y ocho elementos) Juan puede enumerarlas sin errores. De aquí el investigador deduce que el pequeño es capaz de distinguir las cantidades y por ello Juan sabe cuál colección es mayor. Pero posteriormente el investigador presenta a Juan las mismas colecciones en filas de diferentes longitudes: en la colección de cinco se muestran muy separados los elementos entre sí y en la colección de ocho se presenta un elemento junto a otro, siendo entonces mayor la longitud de la colección de los cinco elementos. Juan los cuenta y después se le pregunta ¿cuál colección es mayor? Juan señala (sin dudar) la colección de cinco elementos. El investigador tiene entonces que retractar su conclusión acerca de que Juan sabe distinguir las cantidades porque “sabe” contar y añade, como conclusión, que Juan aún no discierne cuantitativamente las diferencias entre las colecciones, sino que su noción de “mayor” todavía está ligada a las diferencias espaciales.

De manera intuitiva también puede comprenderse la no-monotonicidad a partir de entender primero cómo es un razonamiento monotónico. Formalmente la monotonicidad puede comprenderse de la siguiente manera (Cfr. McCarthy, 1980):

Sea A un conjunto de enunciados y p un enunciado que es inferido a partir de A , esto se puede expresar así:

$$A \vdash p$$

Además, A es un subconjunto de B , $A \subset B$, entonces se considera que también se puede seguir infiriendo p de B :

$$B \vdash p$$

Por el contrario, en el razonamiento no-monotónico si se considera mayor información no necesariamente se mantienen las mismas conclusiones, esto es así porque se asume a las inferencias realizadas a partir de información incompleta, de modo que cuando aumente esa información es factible que se corrijan las conclusiones previas. De esta manera las conclusiones sólo son plausibles. Al respecto Morado señala lo siguiente:

...una relación de orden O no-monotónica es aquella que viola la regla de que si $\Phi \leq \Psi$, entonces $g(\Phi) \leq g(\Psi)$, para cualquier función g que incremente contenido semántico. Por ejemplo, si sustituimos $g(\alpha)$ por $(\alpha \wedge X)$, tenemos que $\Phi \leq \Psi$ no implica que $(\Phi \wedge X) \leq (\Psi \wedge X)$. Incrementar nuestro conocimiento de Φ a $\Phi \wedge X$ puede impedirnos inferir Ψ . (Morado, 1994: 12)

Para explicar el uso cotidiano de inferencias no-monotónicas, es conveniente considerar un ejemplo simple de la formalización de un evento cotidiano y del que en algún momento dado puede darse una anomalía que altere la situación. Pensemos en el caso de un tren que deja la estación de Lancaster a las 8:00 y llega a las 8:22 a la estación de Preston. Consideremos que esto se expresa en el siguiente argumento:

Si el tren sale de Lancaster a las 8:00 entonces el tren llega a las 8:22 a Preston.
El tren sale a de Lancaster a las 8:00
Por lo tanto, El tren llega a las 8:22 a Preston

Pero nos enteramos que hubo un problema y el tren se descompuso a las 8:10 y por lo tanto no llegará a las 8:22. Al aumentar esta información deberíamos simplemente descartar la conclusión de que el tren llegará a las 8:22. Obviamente nosotros no tenemos problemas y simplemente eliminamos la conclusión. Sin embargo la lógica estándar no tiene mecanismos inferenciales que permitan este tipo de operaciones. Por esta limitación se han diseñado las lógicas no-monotónicas con el propósito de buscar mecanismos inferenciales que permitan eliminar conclusiones que no son válidas después de que emerge nueva información.

Los tipos de esquemas lógicos o modelos de razonamiento no-monotónicos, en muchas ocasiones son adecuados para conducir a inferencias totalmente acertadas. Además por sus mismas estructuras o las propiedades anteriormente consideradas para la revisión de creencias, les dan la versatilidad de corregir aquellas inferencias que, al introducir nueva información, aparezcan como inconsistentes. De aquí se pueden considerar como buenas estrategias epistémicas y útiles para caracterizar la manera en que los sujetos construyen su conocimiento en la búsqueda constante de coherencia con el flujo de información relevante al que van teniendo acceso.

Sobre el razonamiento abductivo

En la tradición lógica se ha concebido que el razonamiento tiene dos vías formalmente válidas para inferir y alcanzar conclusiones: la deducción y la inducción. Sin embargo Charles S. Peirce logró introducir un nuevo e importante modelo de razonamiento que muestra cómo se pueden inferir hipótesis explicativas a partir de la observación de algún fenómeno. Esta manera de inferir es llamada abducción.

El término abducción no es unívoco y, por el contrario, debido a que en estudios especializados ha recibido atención desde diferentes enfoques, hay una gran variedad de problemas que pueden ser comprendidos en él, dependiendo de la aproximación considerada, ya sea el tipo de observación del que se parte, o el tipo de explicaciones que se construyen, etc. (Aliseda, 1997: iv) Debido a que no es posible realizar una demarcación precisa y exhaustiva se tratará de presentar el enfoque más sencillo posible aceptado en la literatura tradicional de la IA.

En términos muy generales se puede afirmar que la abducción es una manera de razonar muy frecuente, en diferentes circunstancias cuando se utiliza el sentido común, o también cuando alguien está realizando algún trabajo cotidiano, o aún cuando un científico está tratando de explicar algún hecho particular. La constante en todos estos casos sería la necesidad de construir hipótesis para explicar una observación, partiendo de la observación misma y asumiendo alguna teoría que sirva de referencia. Debe señalarse que, cuando la abducción construye un nuevo conocimiento, la observación que dispara el razonamiento abductivo debe ser de tipo sorprendente. Peirce afirma que nos mantenemos en nuestras creencias “hasta que nos encontramos confrontados por una experiencia contraria a toda expectativa.”(Peirce, 1958, Vol. 7: 36)

Así, cuando se elabora un nuevo conocimiento es importante que la nueva observación sea sorprendente para que entonces sea necesario construir una nueva hipótesis para poder explicarla. Esta es una muy importante característica de la abducción pues “es la única operación lógica que introduce nuevas ideas” (Peirce, 1958. Vol. 5: 171)

Por otra parte se pueden reconocer razonamientos abductivos que parten de situaciones cotidianas. Como un ejemplo puede considerarse el caso de que al despertar se descubre que el patio está mojado y entonces se construye la hipótesis de que o bien llovió, o bien que estuvieron encendidos los aspersores para regar las plantas durante la noche (Aliseda, 1997: 2). En el trabajo diario podría pensarse en las conjeturas que realiza un mecánico para encontrar la posible falla mecánica de un automóvil que presenta un “ruido raro”. Por último, se puede considerar la construcción de una teoría científica como cuando Keynes propone la insuficiencia de la demanda como una de las causas para explicar el fenómeno de la gran depresión.

Formalmente la abducción tiene una estructura similar a la falacia de afirmación del consecuente. Sin embargo es diferente puesto que en este caso se parte de una observación, sea Q_1 que se presenta como un hecho sorprendente, y asumiendo una determinada teoría de trasfondo como Θ_1 , se busca la mejor hipótesis que explique el fenómeno P_1 . Así, se tiene entonces la siguiente formulación:

$$\frac{Q_1}{\Theta_1, P_1 \models Q_1} \\ P_1$$

De un modo más intuitivo debe entenderse que la observación Q_1 es posible desde la comprensión de un particular nivel de estructuración cognitiva o espacio conceptual —esto es lo que se simboliza con Θ_1 — que hace posible la inteligibilidad de dicha observación. Sin embargo desde ese mismo espacio conceptual la observación no puede ser plenamente explicada y se requiere de la elaboración de una hipótesis explicativa —que da lugar a P_1 . Dicha hipótesis permitirá integrar la observación de modo coherente con el espacio conceptual, de aquí la inferencia necesaria que vincula las premisas con la conclusión en el esquema presentado.

Para ejemplificar este procedimiento abductivo puede pensarse en algunos casos en los que se ha generado un nuevo conocimiento al postular una hipótesis explicativa para dar coherencia a observaciones “sorprendentes” e irregulares de acuerdo a teorías científicas aceptadas. Un ejemplo, en el terreno de la física subatómica, es el postulado, en 1977, de la existencia del *Top Quark*. En ese año el laboratorio Fermi descubrió la existencia del *Bottom Quark* y se postuló la necesidad de la existencia del *Top Quark* (Fermilab, 2001). La necesidad teórica se sustentaba en el mismo principio de conservación de la energía. Se tenían observaciones precisas de la colisión de protones que al desintegrarse en el choque producían diferentes partículas; pero al contar la energía en las partículas producidas había faltantes. Al poder observar experimentalmente el *Bottom Quark*

ya se tenía parte de la energía que no se había encontrado pero faltaba aún más. Por esto se necesitaba la existencia de esa partícula (el *top quark*) para explicar a dónde iba a dar la energía que se “perdía” en las observaciones realizadas en el acelerador de partículas. Finalmente fue hasta 1995 que se logró producir la suficiente evidencia experimental para corroborar la existencia de esa partícula. En el comunicado de prensa, del laboratorio Fermi, elaborado el 2 de Marzo de 1995 se manifiesta:

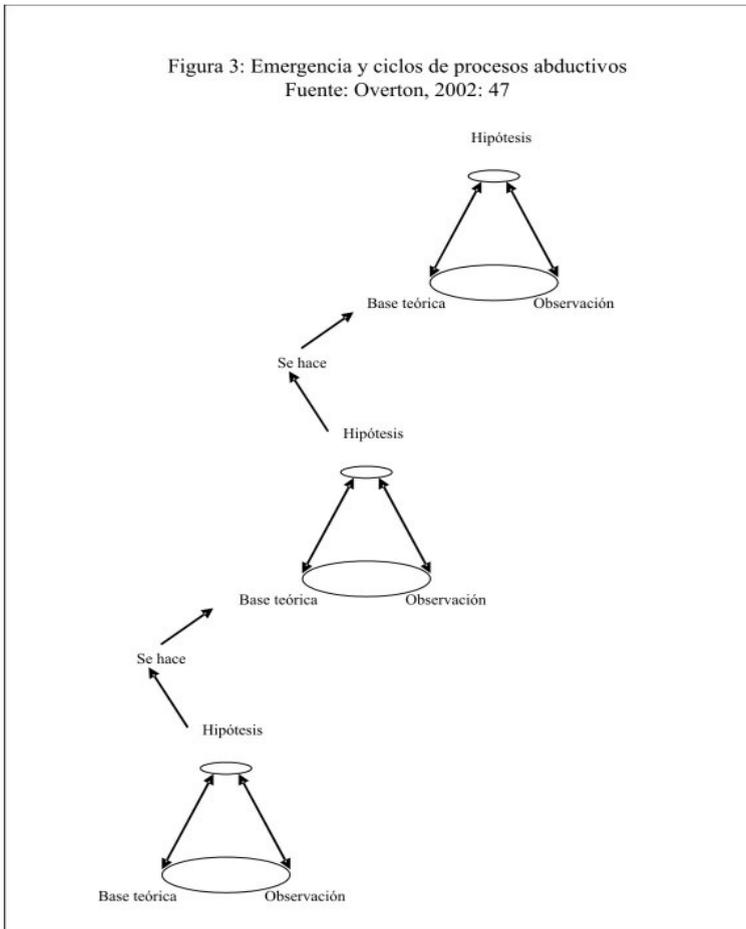
“Last April, CDF announced the first direct experimental evidence for the top quark,” said William Carithers, Jr. spokesperson, with Giorgio Belletini, for the CDF experiment, “but at that time we stopped short of claiming a discovery. Now the analysis of about three times as much data confirms our previous evidence and establishes the discovery of the top quark.”
(News Release - March 2, 1995 en Fermilab, 2001)

Aquí es necesario precisar que “CDF” son las siglas que designan a un detector que se utiliza para poder “observar” los eventos que son producidos en el acelerador de partículas. En este comunicado debe notarse que es el análisis de una importante cantidad de datos lo que permite mover el veredicto de los expertos de la “evidencia” al anuncio del “descubrimiento”. La primera evidencia empírica se anuncia casi un año antes del anuncio del descubrimiento. El logro del descubrimiento se sostiene sobre más estudios realizados que van a profundizar sobre esa primera evidencia. Avances teóricos también fueron considerados para poder llegar a la formulación del anuncio del descubrimiento. La integración coherente de la evidencia experimental y la teoría desarrollada es lo que permite afirmar que se ha descubierto una nueva partícula. Esto implica un cambio modal en el estatus del conocimiento al pasar de lo “posible” a lo “necesario”. Es decir, en un primer momento el experimento sugiere la existencia del *Top Quark*, se asigna a la evidencia obtenida la modalidad de que es posible calificar las observaciones como prueba de la existencia de la partícula, pero posteriormente el cúmulo de evidencia permite señalar que “necesariamente” las observaciones dan prueba de la existencia de dicha partícula y por ello se afirma que finalmente se ha descubierto.

Un descubrimiento similar al del *Top Quark* fue el del planeta Neptuno. Las observaciones de Urano no se comportaban del modo esperado de acuerdo a la teoría física de Newton. En particular había desviaciones en la órbita que debía ser seguida por Urano de acuerdo a los datos que se tenían. Por esto se hacía necesario postular la existencia de otro planeta que estaría ejerciendo una fuerza de atracción sobre Urano para desviar su órbita. Se realizaron cálculos matemáticos a partir de la información más precisa que se tenía y de este modo fue posible sugerir a los astrónomos que buscaran al planeta en una determinada posición en el firmamento. Siguiendo las sugerencias de Le Varrier el planeta es descubierto

por Galle y D'Arrest el 24 de Septiembre de 1846 (Kollerstrom, 2001). Este trabajo puede considerarse como un ejemplo de razonamiento abductivo.

La representación formal del razonamiento abductivo va de la observación sorprendente (Q_1), que es comprendida desde la teoría (Θ_1), a la formulación de la hipótesis (P_1) que permitirá explicar esa observación desde la teoría. Pero una vez que la teoría se expande, al incluir el fenómeno sorprendente, entonces se genera propiamente un nuevo nivel de consistencia teórica y por ello puede entenderse que la teoría ha avanzado a un nuevo plano. La hipótesis se convierte ahora en parte de la nueva base teórica. Así se “avanza” a un nuevo nivel teórico desde el cual podría encontrarse una nueva observación que provoque la construcción de una nueva hipótesis. Una propuesta para representar estos ciclos de la abducción de modo esquemático ha sido presentada por Overton (2002) y reproducida en la Figura 3.



En este esquema es importante notar la similitud con la propuesta de Piaget sobre el avance de un esquema de asimilación que se puede reformular en un plano superior. La iteración de este proceso abductivo es muy similar a la propuesta de Piaget sobre iteración de los mecanismos que llevan de un desequilibrio a un nuevo nivel de equilibrio por medio de un proceso de equilibración. Es por esto que hay pertinencia en señalar las convergencias (entre la abducción y la teoría de la equilibración) en la caracterización de estrategias epistémicas que producen nuevos espacios conceptuales.

III. La abducción como equilibración: configuración de estrategias epistémicas para la formación de espacios conceptuales

Es importante comprender la configuración de estrategias epistémicas que dan lugar a la formación de espacios conceptuales que habrán de regular los intercambios de información para que el sujeto ordene y dé sentido a su entorno. En la base del proceso se parte asimismo de un orden de coordinaciones que puede caracterizarse como un espacio conceptual (Gärdenfors, 2000) que integra a una teoría base, desde las categorías que conforman los parámetros del razonamiento abductivo; o bien puede entenderse este espacio como una estructura cognitiva asumiendo la teoría de Piaget. Pero lo más relevante no es la yuxtaposición de teorías y la compatibilidad aparente entre ellas sino la posibilidad de expandir las nociones del modelo de Piaget para reconceptualizar los alcances de su posición epistemológica. Asimismo la posibilidad de hacer una renovada lectura del modelo epistemológico de Piaget permite también una reconceptualización acerca de los parámetros fundamentales del modelo abductivo.

Se hace necesario explicar ahora algunas consecuencias para el modelo de Piaget a partir de su expansión teórica al utilizar caracterizaciones inferenciales desde la teoría del razonamiento no-monotónico. Asumiendo la teoría del razonamiento no-monotónico es posible ahora responder a dos criticismos en contra del modelo de Piaget. Estos criticismos son 1) la imposibilidad de presentar evidencia empírica sobre el proceso de equilibración (Roth, et. al. 2000), y 2) la paradoja del aprendizaje que afirma la imposibilidad de acceder a niveles de conocimiento de mayor complejidad a partir de niveles de menor complejidad (Fodor, 2000; von Glasersfeld, 1998).

Al caracterizar la equilibración como un proceso abductivo es posible observar cómo el mecanismo inferencial que produce una nueva explicación científica, por ejemplo en el descubrimiento de una nueva partícula subatómica o bien en la postulación y posterior confirmación de la existencia de un planeta, permite entender la formación de un nuevo espacio conceptual. Esta formación teórica expande los alcances del conocimiento científico disponible, genera

nuevos contenidos semánticos y puede entenderse como una instanciación de un proceso de equilibración. Aquí se hace presente un mecanismo inferencial que puede ser claramente distinguido de un proceso deductivo o de un proceso inductivo. Es entonces la configuración de una estrategia epistémica que regula las coordinaciones ya estables dentro un espacio conceptual, para poder asimilar nuevos datos que no se pueden coordinar de modo inmediato en ese mismo espacio conceptual. Se requiere entonces la formación de un nuevo espacio conceptual que permita la coherencia entre las formas y los contenidos previos pero también la incorporación de los nuevos datos.

En el terreno de una teoría científica se puede plantear la extensión de la aplicación de las leyes regulares de la teoría hacia los nuevos observables. Pero si en realidad lo que se observa es una anomalía, como en el caso del movimiento “errático” de Urano, entonces se requiere valorar qué debe corregirse, es decir hay que decidir entre el rechazo de la teoría o de la observación. En términos de Popper (1996), y su postura falsacionista, lo que debería de rechazarse es la teoría. Pero el costo de rechazar la teoría de Newton era muy alto pues había mucha evidencia a favor de su coherencia. Así que, en lugar de rechazar la teoría se decidió utilizarla para postular la existencia de otro planeta que pudiera dar cuenta de las desviaciones observadas. En este proceso se puede entonces apreciar que la teoría física disponible permite detectar la anomalía. En este caso se puede considerar el equilibrio de la teoría, que establece el espacio conceptual desde el cual se observa la anomalía. Esta anomalía constituye el desequilibrio y es la observación que dispara la búsqueda de la nueva hipótesis para conciliar la teoría con los datos empíricos. Se desarrolla entonces un proceso de reequilibración en el que la asimilación se alcanza por los ajustes (acomodación) de la teoría que habrán de llevar además al descubrimiento del planeta. Algo similar ocurrió en el descubrimiento del *Top Quark*.

La generación de los nuevos conocimientos implica también la instanciación de estrategias que van más allá de los límites del espacio conceptual del conocimiento previo. La creatividad expresada en la utilización de la teoría, para resolver los problemas empíricos encontrados, da cuenta de la construcción de mayores niveles de desarrollo teórico. En otras palabras no sólo se accede a mayores niveles de complejidad sino que se generan mayores niveles de complejidad. Se presentan, en esta sucesión de niveles teóricos, los mecanismos funcionales del proceso de equilibración. El resultado de la función de asimilación transforma las estructuras del conocimiento y modifica nuevamente la situación modal de las teorías. De este modo la consistencia de las teorías no es la misma de la del punto de partida, se ha pasado de la posible consistencia a una consistencia necesaria. Se ha ganado en evidencia empírica pero dicha evidencia se ha conquistado desde las modificaciones teóricas. Estas modificaciones generan, de modo creativo, alternativas e hipótesis para guiar la investigación en el terreno de los

hechos. Una vez que en ese terreno la teoría es confirmada, se deja de lado la especulación sobre lo acertado de la hipótesis y la mera posibilidad de su confirmación y se accede al terreno de una demostración que lleva al conocimiento necesario. Así es que esta reconceptualización permite entender la elaboración de conocimientos más complejos de aquellos de los que se encontraban en el origen del proceso inferencial de tipo abductivo.

De modo recíproco es posible entender algunas de las implicaciones para el razonamiento abductivo desde el modelo de la equilibración. Lo más destacado serían las funciones que se instanciarían en estrategias concretas por medio de la acomodación de los esquemas para la asimilación de la realidad e incluso para la búsqueda de nuevas realidades (como planetas o partículas subatómicas desconocidos) desde la construcción de espacios conceptuales que permiten el uso creativo de teorías disponibles. En este sentido se puede pensar en un trabajo ulterior que desarrolle de modo más estrecho los mecanismos de la equilibración y los parámetros del razonamiento abductivo.

A modo de conclusión debe señalarse que este trabajo debe considerarse como una primera aproximación para actualizar la teoría de Piaget al vincularla con las lógicas no-monotónicas. Queda entonces pendiente una discusión que también implique evidencia empírica. Como otra línea posible de investigación sería conveniente buscar una exploración de las ideas presentadas aquí pero en una discusión metodológica sobre las estrategias epistémicas usadas en la investigación de las ciencias sociales.

Bibliografía

- ALISEDA, Atocha. *Seeking Explanations: Abduction in Logic, Philosophy of Science and Artificial Intelligence*. PhD Dissertation. Stanford University. Published by the Institute for Logic, Language and Information (ILLC), Dissertation series, University of Amsterdam, 1997.
- BICKHARD, M. "Mind as Process". In F. G. Riffert, M. Weber (Eds.) *Searching for New Contrasts*. Vienna: Peter Lang. 2003, 285-294.
- FERMILAB, 2001; *Discoveries at Fermilab - The Top Quark* <http://www.fnal.gov/pub/inquiring/physics/discoveries/top_quark.html>
- FODOR, J. *The Language of Thought*. New York: Crowell, 1975.
- FODOR, J. "Fixation of Belief and Concept Acquisition" En Smith, L. Ed., Jean Piaget: *Critical Assessments*. London, Routledge. 1992.
- FODOR, J. *The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*, Cambridge, Mass., MIT Press. 2000.
- GÄRDENFORS, P. *Conceptual Spaces: the Geometry of Thought*, Cambridge, Mass., MIT Press. 2000.

- JOSEPHSON, J. and JOSEPHSON, S. *Abductive Inference: Computation, Philosophy, Technology*, New York, Cambridge University Press. 1994.
- Kollerstrom, Nick. A Neptune Discovery Chronology, 2001.
<http://web.archive.org/web/20051119031753/www.ucl.ac.uk/sts/nk/neptune/chron.htm>
- MCCARTHY, J. "Circumscription - a form of nonmonotonic reasoning". *Artificial Intelligence*. 13 (1980): 27-39.
- MORADO, R. "Lógica para mortales una introducción a los formalismos no-monotónicos." Documento de trabajo presentado al seminario de investigadores del IIF-UNAM el 16 de noviembre de 1994.
- OVERTON, W. "Understanding, explanation, and reductionism: Finding a cure for Cartesian anxiety" en *Reductionism and the Development of Knowledge* Ed. Brown, T y Smith, L. Lawrence Erlbaum Associates. 2002.
- PEIRCE, C. S. Vol. 7; *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Volúmenes 1-6 editados por C. Hartshorne, P Weiss. Cambridge. Harvard University Press. 1931-1935; y volúmenes 7-8 editados por A.W. Burks. Cambridge. Harvard University, 1958.
- PIAGET, J. *Biología y conocimiento*. Trad. Francisco González Aramburu. México: Siglo Veintiuno, Tercera edición en español 1975a.
- PIAGET, J. "Génesis y estructura en psicología" en *Las nociones de estructura y génesis* Tomo IV. Trad. Floreal Mazía. Buenos Aires: Nueva Visión, 1975b.
- PIAGET, J. *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Trad. Eduardo Bustos. Madrid: Siglo Veintiuno, Segunda edición en español 1990.
- PIAGET, J. *Las formas elementales de la dialéctica*. Directora de la serie Investigaciones en psicología y educación: Monserrat Moreno. España: Gedisa, 1982.
- PIAGET, J. "Reason" en *New Ideas in Psychology*, Volumen 24, Issue 1, April 2006, 1-29.
- PIAGET, J. y GARCÍA, R. *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Trad. Rolando García. México: Siglo XXI, 1989.
- Popper, Karl R. *La lógica de la investigación científica*. Trad. Víctor Sánchez de Zavala. MÉXICO: Rei., 1996.
- REITER, R. "A Logic for Default Reasoning". *Artificial Intelligence*. 13 (1980): 81-132.
- ROTH, D. SLONE, M. y DAR, R. "Which Way Cognitive Development? An Evaluation of the Piagetian and the Domain-Specific Research Programs" en *Theory & Psychology*. 10, 2000, 353-373.
- SMITH, L. *Necessary knowledge: Piagetian Perspectives on Constructivism*, Hove, Lawrence Erlbaum Associates. 1993.
- SMITH, L. "From epistemology to psychology". En Terrance, B. y Smith, L. (Eds.) *Reductionism and the Development of Knowledge*. Lawrence Erlbaum Associates. 2002.
- SMITH, L. "Notas para la traducción del trabajo de Piaget, J: Reason." En *New Ideas in Psychology*, Volume 24, Issue 1, April 2006, 1-29.
- VON GLASERSFELD E. *Scheme theory as a key to the learning paradox*. Invited paper presented at the 15th Advanced Course, Archives Jean Piaget Geneva. Septiembre 20-24 1998, URL: http://www.srri.nsm.umass.edu/vonGlaserfeld/onlinePapers/pdf/vonGlaserfeld_258.pdf